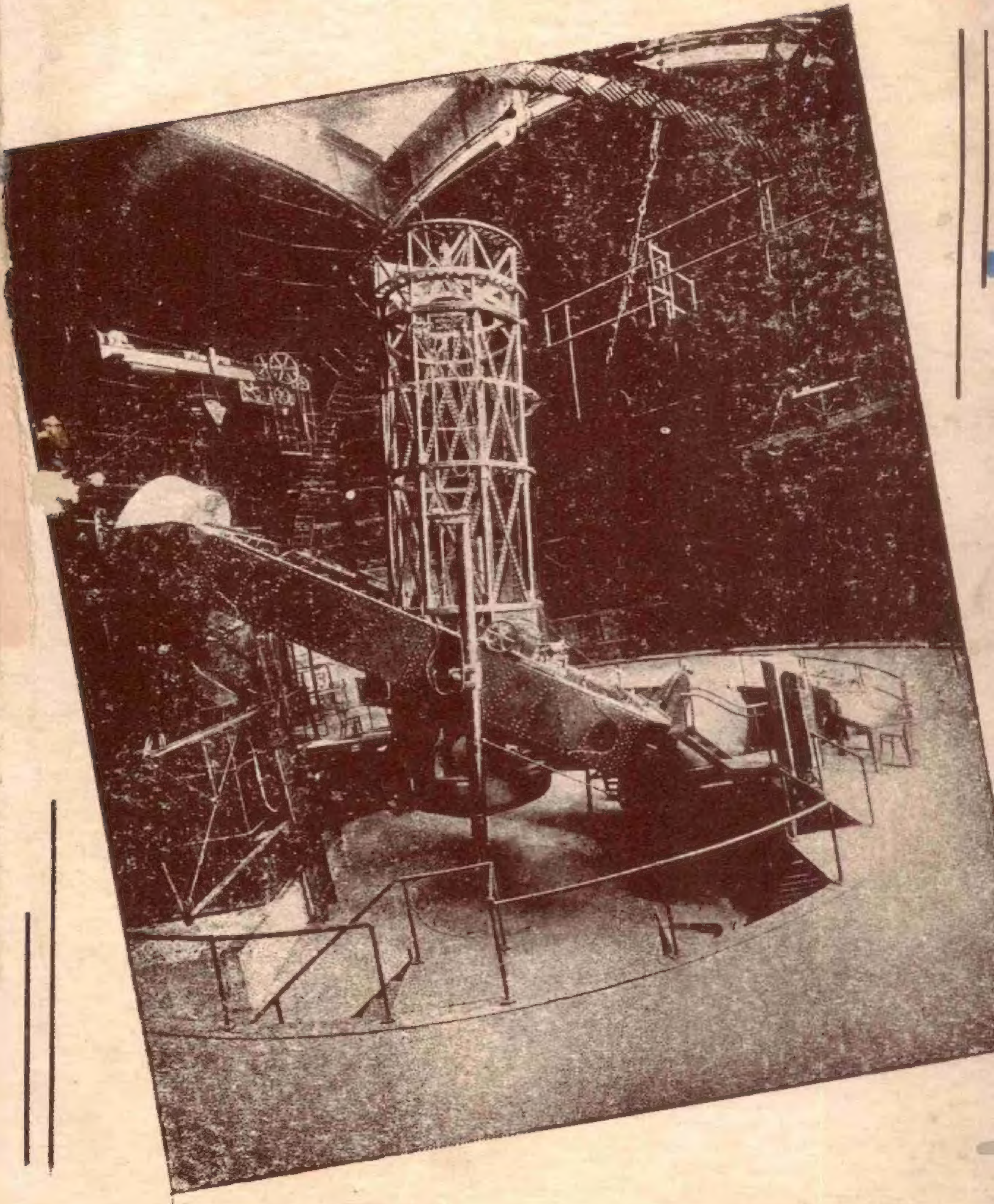


# వినువీధి ౯



ఎ. వి. యస్. రామా రావు



cf

... ..  
... ..

TpLA118B196

~~TpLA118B196~~

15-19

# వినువీధి

మదరాసు యూనివర్సిటీ వారి బహుమతి పొందిన  
ఉత్తమ భగోళ శాస్త్ర గ్రంథము

రచయిత

ఎ. వి. యస్. రామారావు

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం  
తేలపూర్తి. (కృష్ణా జిల్లా.)

ఆధునిక విజ్ఞాన గ్రంథమాల

నాటి నాడ



శ్రీ పతిముద్రాళయము

జనవరి 1955

సర్వస్వామ్యములు రచయితవి

శ్రీ పతిముద్రాళయము

కాకినాడ

రచయిత



## విషయానుక్రమణిక

	పుట
ముందుమాట—డా. శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి	v
భూమిక—శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామి	vi
కృతజ్ఞత	xii
ప్రస్తావన	1
భూమి	11
నభోగోళము	61
నక్షత్రరాసులు	71
సూర్యకుటుంబము	101
సూర్యుడు	121
చంద్రుడు	160
గ్రహములు	174
తోకచుక్కలు	223
ఉల్కలు	232
నక్షత్రములు	239
గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు	297
ఉపసంహారము	313
అనుబంధములు	316
పారిశ్రామికపరిశోధన	325
పారిశ్రామికశాస్త్రము	326
సూచిక	328



10

## UNIVERSITY OF MADRAS

From

To

THE REGISTRAR,  
UNIVERSITY OF MADRAS.

Sri A. V. S. Rama Rao,  
*Assistant Compiler,*  
TELUGU ENCYCLOPEDIA,  
27, University Buildings,  
MADRAS-5.

No. A 1781.

CHEPAUK, TRIPPLICANE P. O., MADRAS-5

*Dated 6 May, 1953.*

*Sir,*

Ref: The Thesis in Telugu on "Astronomy for the layman" (Vinu Veedhi) submitted by you for the prize for the encouragement of publication of works on modern subjects in Dravidian languages 1951-52—Original Works.

I am to inform you that the Syndicate has been pleased to award the prize (in Telugu) to you.

The prize amount of Rs. 750 may be claimed by you after 75 printed copies of the book are supplied to this Office. The copyright of the book will belong to you.

The thesis is returned to you herewith. Please acknowledge receipt of the same.

*Yours faithfully,*

(Sd.) R. RAVI VARMA  
REGISTRAR.



## ముందుమాట

సభ్యజాతుల పురోగమనముతో సరితూగుటకు మనకు వైజ్ఞానిక పరిశోధన లెంతఅవసరమో, ఆజాతుల నిండుదీపితమును అందుకొనుటకు విజ్ఞాన విస్తృతీ, వైజ్ఞానికదృష్టి అంత అవసరమూనూ మనకి. తెలుగులో సాధికారమగు నిర్దుష్టవైజ్ఞానికగ్రంథసంచయము తక్కువ. అందునను ద్రాక్షాపాకసన్నిభము లగు రచనలు బొత్తిగా తక్కువ. శ్రీరామారావుగారి యీరచన సాధికారవిజ్ఞానపూర్ణము, సులభశైలీ సంశోభితము, వైజ్ఞానికదృష్ట్యుత్పాదకము. పురాతనభారతీయసిద్ధాంతముపట్ల దురభిమానమూ, ప్రచండభాషాపాండిత్యప్రదర్శనమూ అను రెండు అవగుణములకు దూరమై పరమాద్భుతమును కలిగించు సులభాదర్శమునుగాక పరమార్థమును బోధించు పవిత్రాదర్శముతో రచింపబడ్డ శాస్త్రగ్రంథ మిది. ఆంగ్రవాజ్మయములో సాధికార, పరమార్థ, విజ్ఞానశాస్త్రశాఖ కీగ్రంథము వేగుచుక్కి.

శ్రీరామారావుగా రీగ్రంథములో వినువీధి నంతటినీ చక్కగ పర్యవేక్షించినారు. వారి ప్రస్తావన విని మనము భూపరిశీలనముతో ప్రారంభింతుము. భూమి ఆకారము, భ్రమణము, పరిభ్రమణము, పరిభ్రమణకారణము, ద్రవ్యరాశి, ఇత్యాది వైజ్ఞానిక విశేషముల నన్నిటినీ పరికింతుము. తరువాత దృశ్యమాననభోగోళము, నక్షత్రరాసులు, సూర్యకుటుంబము, నక్షత్రములు, గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, అన్నీనూ,— వినువీధినిగూర్చి నాగరికు లెరుగవలసిన విజ్ఞానసంపద నంతటినీ ఈ మూడుపందలపుటల ఆవరణలో మనము సేకరింపగలము.

రామారావుగారి శైలి తెలుగుభాషాసర్వస్వపు తొలిపుటలు తీర్పు ప్యససాయములో విశుభ్రమై, నిర్దుష్టవైజ్ఞానిక శబ్దావళి చెర్చుటతో దీప్తి పంపమై, అన్వయసౌలభ్యముతో సువిజ్ఞాతమై, వినువీధివలెనే మనల నాకర్షించుచున్నది.

అభిమానపు దారు లేర్పడని ఆంగ్రవాజ్మయసముద్రములో ఈ యువకి నావికుడు “వినువీధి”ని నమ్ముకొని తనవైజ్ఞానికయాత్రలకు తెగచాప విచ్చినాడు. ఫలమును ఆంగ్రలోకము ప్రసాదించును గాక.

మదరాసు  
28-11-54

శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి  
భౌతికశాస్త్రాచార్యుడు  
రాజధాని కళాశాల



## భూమిక

భూతలముపై శతాబ్దములతరబడి మానవజీవితపథపరిస్కారమందు ప్రచురముగా పొల్గానిన ఖగోళవిజ్ఞానము ఆధునికలోకవ్యవహారపరిష్కృతికి అమితముగా గోహదమొనర్చి నేటి మానవజీవితసంస్కృతిలో శాశ్వత స్థానము నాక్కించుకొనినది.

ఖగోళవిజ్ఞానము మానవబుద్ధియందు మొట్టమొదట పాడసూపినది మొదలు మానవుని దృష్టిని విశువీభినికన్పట్టుజ్యోతిర్గణములు బలాత్కారముగా నాకర్షించినవి. వాటి అనభిగమ్యాన్నత్యము, అప్రకంప్యాక్షరత్యము, అప్రతిమాన ఔజ్వల్యము తొలిమానిసిహృదయమును మొదట ఆశ్చర్యమునకు, పిమ్మట ఆరాధనకు ప్రేరించినవి. ఈజ్యోతిర్గణములన్నియు, అందున ముఖ్యముగా సూర్యుడు, తన జీవితవ్యాపారమును నియంత్రించు అధిదేవతాస్వరూపములని ఆనాటిమానవుడు తలంచెడివాడు.

ఆశ్చర్యావహదీప్తిమంతములై కంటి కగపడు ఈజ్యోతిర్హుర్తులు, అవాఙ్మానసగోచరము, నిరతిశయ దీప్తియుతమును అగు పరంజ్యోతికి ఉపలక్షణముగా స్వీకరించి అపరోక్షానుభూతికి పూర్వరంగమగు సగుణారాధనకు మానవుడు కడంగినాడు.

“అథ య ఏషో అంతరాదిత్యే హిరణ్మయః పురుషో దృశ్యతే  
....తస్యో దితినామ సఏష సర్వేభ్యః పావృభ్య ఉదితః ఉదే  
తిహ వై సర్వేభ్యః పావృభ్యో య ఏవం వేద” (ఛా 1.6.6)

(సూర్యమండలాంతర్వర్తి యగు హిరణ్మయపురుషుడు ‘ఉత్’ అను నామము గలవాడు. ఈతడు సర్వపాప విముక్తుడు. ఈతని నెవ్వడుపాసిండునో వాడు సర్వపాపములనుండి విముక్తు వగుచున్నాడు.)

“అథ యదతః పరో దివో జ్యోతి ర్ద్రిష్యతే, విశ్వతః  
సృష్టేషు, సర్వతః సృష్టేషు, అనుర్త మేషు ఉత్త మేషు



రోకేషు ఇదం వాపతల్ యద్యదం అస్మిన్నంతఃపురుషే

జ్యోతిః" (చా 3.13.7) (ఈమ్యలోకమునకంటె మీదుగా నేజ్యోతిస్సు ప్రకాశించుచున్నదో, యేజ్యోతిస్సు ప్రాణివృక్షముమీదను, భూలోకముమీదను అంతకంటె నుత్కృష్టములగు సమస్తలోకములమీదను ప్రకాశించుచున్నదో ఆజ్యోతిస్సే పురుషశరీరమందును ప్రకాశించుచున్నది.) అని ఔపనిషదకర్తలు ప్రస్తుతించినారు.

ఈజ్యోతీరాసుల ఆరాధనయే ముందు ఫలజ్యోతిషశాస్త్రమునకు, తరువాత ఖగోళవిజ్ఞానమునకు దారితీసింది.

కేవలము మానవచైతన్యవికాసముగనే కాక, నక్షత్రవిద్య, దైనందిన మానవవ్యాపారమునకుకూడ క్రమశః బహుళోపకారకముగా నాచరించినది. ఉదయాస్తమయ పర్యాయసూచితమైన దైనందిన చలనము వలనను రాశిచక్రపరిమితమగు సాంవత్సరిక చలనమువలనను సూర్యుడు నిద్రించుట, మేల్కొనుట మొదలగు పర్యాయక్రమబద్ధమగు ప్రాణిలోక వ్యాపారములను నియమించు హ్రస్వ, దీర్ఘ కాలవిభాగములకు కారకుడైనను మానవుడు కాలవిభాగవిధాతగా మొట్టిమొదట చంద్రుని గ్రహించినాడు. సూర్యుని కాలఘటకునిగా గ్రహించలేకపోవుటకు చంద్రుని అట్లు గ్రహించుటకు రెండుకారణములు గలవు. మొదటిది : వినువీళియందుచంద్రుని చారము సూర్యునిదానికన్న సరళతరము. అందుచేసులభగ్రహణము. రెండవది: ఆతిలోకదీప్తియుతుడు పవిత్రజ్యోతిర్మూర్తియు సగుసూర్యుని తుచ్ఛరౌకిక కాలమానవ్యాపారమున కుపయోగించుట ఆరాధనానుగ్నమానసుడైన నాటిమానవుని కంతగారుచించకపోవచ్చును. నేడు ప్రపంచమందంతట, వివిధదేశములందు నాడుకలనున్న కాలవిభాగసూచకములగుపంచాంగములన్నియు ప్రాచీనమానవుని ఖగోళప్రత్యక్షణులు, ప్రత్యక్షణాపరికరములమీదనాధారపడియున్నవే. అహోరాత్రపర్యాయమువలనజనించిన ఆపరిష్కృతకాలమానజ్ఞానము తరువాత నాగరికమానవునిచే బహుళముగా విస్తరించబడినది. మొదట సక్షత్రములచలనములనాధారముచేసికొనియు,



తరువాత గడిచిన గురిగొండులగునిశితపరికరములను పయోగించియు, కాలజ్ఞానము వృద్ధిని గాంచినది. కొన్ని నూతనసూక్ష్మ పరికరములను తప్పి విడిచి, మన ప్రస్తుత కాలమానజ్ఞానమంతయు ఖగోళ అవేక్షణలఫలముగా జనించినదియే.

కాలస్వభావసంవేదనయందేకాక, ఇంకొక దెసలోకూడ మానవచైతన్యము ఖగోళ పరిజ్ఞానముచే నుత్తేజింపబడినది. అది దిక్పరిజ్ఞానము. కాలసంవేదనవలె దిక్సంవేదనకూడ, ముఖ్యముగా నభోమూర్తుల అవేక్షణలవలననే పెంపొందినది. తమకు, తమ శువులమందలకు వలయు ఆహారముకొరకు గ్రామైకరాత్రముగా భూమిని పర్యటించుచున్న చలవాసుల (Nomads) దిజ్విరేళప్రయత్నములు మొదలుకొని, ఆధునికనాకాయానసౌకర్యాపాదకమగు దిజ్విరేళనిర్వహణమువరకు నక్షత్రములే మానవునికి ఆస్తమార్గదర్శకములుగా సాయపడినవి. భూమియొక్క గోళాకృతి, దాని పరిమాణము తెలిసినతరువాత, ఖగోళమును, దాని నావరించికొనియున్న ఖగోళమును, అవేక్షణలనాధారముగాగొని ఖగోళవిజ్ఞాని సమవిభాగములుగా విభజించెను. భూతలముపై తాను ఆస్థించిన పరిమాణవిజ్ఞానమునందేగాగొని, ఖగోళప్రమాత, ఖగోళాంతరాళమందు పర్యటించుచున్న నభోమూర్తులదూరమునుకొలుచుటకు సాహసించెను. ఇట్లు భూమికి నూర్మ్యునికి, భూమికి చంద్రునికి మధ్యనున్న దూరములను, భూసదృశములగు గ్రహములదూరములను గతులను జ్యోతిర్విదులు నిర్ణయించిరి. ఈ ఖగోళచలనప్రకారములను అన్వేషించుటలో అనేకములగు గణితశాస్త్రసమస్యలు పరిష్కరించబడినవి; పద్ధతులు విస్తరించబడినవి. స్థూలజగత్తుకు అన్వయించు ఈ గణితమే ఇటీవల పరిమాణరచనా రహస్యములను ఉద్ఘాటించుటకుకూడ పరిమాణశాస్త్రజ్ఞులకు కొంతవగనుపయోగించినది.

దూరదర్శనిపరికరమునిర్మితమైనతరువాత ఖగోళజిజ్ఞాస మిన్నముట్టినది. నభోమూర్తులదూరములనుకొలుచుటయేగాక, వాటిభౌతికస్వభావములను రచనలను అనుశీలించుటకు శాస్త్రాభ్యాసకుడు మొదలిడినాడు. కాని వర్ణమాలాదర్శని (Spectroscope), ఛాయాచిత్రగ్రాహకము (Photographic Camera), సూక్ష్మదీప్తిమాపకము (Sensitive Photometer)



అనుపరికరములు ఖగోళాన్వేషణకై సజ్జములైనవనట త ఖగోళవిజ్ఞానము అత్యాశ్చర్యకరమైన అభివృద్ధిని గాంచినది. దగ్గరగానున్న సూర్యునిందలమునకు చెందిననూర్యుడు, గ్రహములు, ధూమకేతువులు, వీటిభౌతికస్వభావములను ఆనగాహించుకొనుటయందు జయముకాంచినపరిశీలనపద్ధతులను, విశ్వాంత రాశమున అలిమూరముననున్న జ్యోతిర్గణములను అన్వయింపజేసి, నక్షత్రముల, నక్షత్రలోకముల ప్రాదుర్భావము, మనికీ, వినాశము, వాటిబాతులు, పరిమాణములు, ఆకృతులు, భౌతికగాసాయనికసంఘటనలు మొదలగు అత్యద్భుతవిషయములను శాస్త్రకర్త ఆవిష్కరించెను. అన్నిటికన్న విస్మయాపాదకమగువిషయము విశ్వవ్యాప్తోచము. ఈఅద్భుతసంఘటనను వివరించుపట్ల శాస్త్రకర్తలు కవులగుచున్నారు. విశ్వమందు మొదట నున్న ద్రవ్యమెట్టిది? అది నూతనస్పృష్టియా, అనాదియా? అనివీవిధమున పరిణామమునుచెంది లోకాలోకములగుచున్నది? విశ్వపరిమాణవిస్తృతము లగుఈసమస్యలముందు, సూర్యునిందలమునకుచెందిన గ్రహోపగ్రహ ప్రాదుర్భావము, నూర్యుని, తదాశ్రితగ్రహముల భౌతికస్థితులు, వీటినిగురించిచింతింప మహత్వమునుతోలుపోవుచున్నది. ఈసమస్యలనుసాధించుసందర్భములో, మనప్రాచీనయునులచే తడవబడిన పర్యాయస్పృష్టి, సంతతస్పృష్టి, సంకల్పస్పృష్టి మొదలగుఆర్ష భావములు అధునికవేషములుధరించి బయలు వెడలుచున్నవి. సిద్ధాంతబాహుళ్యమెప్పుడును తత్త్వనిర్ణయమునకు ప్రతిబంధకమే. సిద్ధాంతములు సామంజస్యనూత్రముననుసరించి కల్పించబడినను, ఆసిద్ధాంతములకాధారములైన అవేక్షణాకృష్టభూతార్థములు, నిజముగా ఆశ్చర్యజనకములు. ఖగోళములమారములు, వాటిచలనవేగములు, వాటిపరిమాణములు, వాటితాపక్రమస్థితులు మొదలగువిషయములను జ్యోతిశ్శాస్త్ర గ్రంథములందు మనము చదువునపుడు మనబుద్ధిభ్రమించును. భూతలమందు మనకు పరిచితమగు పరిమాణములతో పోల్చిచూచిన ఈఖగోళపరిమాణములు ఊహనువారిపోయినవి; గణనాపరసీమను తాకినవి. సెకనునకు 1,86,000 మైళ్ల వేగముతో అంతరాళమున పయనించువెలుతురు, దూరవిశ్వకోణములం



నున్న కొన్ని సక్షత్రలోకములనుండి భూమిని చేరుకొనుటకు 10 లక్షల సంవత్సరములు పట్టునని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు మనకు తెలియజెప్పినపుడు, భూమి నుండి ఆసన్నత్రలోకమార్గమును ఆవగాహించుకొనుటయెట్లు? లేదా మన చాలపుంత 1,00,000 కాంతిసంవత్సరములవ్యాసము, 10,000 కాంతిసంవత్సరముల దశసరిగల అందవృత్తాకారగోళమని మనలను శాస్త్రకర్త హెచ్చరించినపుడు ఈపరిమాణమహత్వమును బుద్ధికెక్కించుటయెట్లు? పైపెచ్చు విశ్వమవిశ్రాంతముగా వ్యాకోచించుచున్నదట. “బృహి, వృద్ధా” అను ధాతువునుండి ఉత్పన్నమై ‘బృంహతి’ (=వృద్ధతే) ఎల్లపుడును వృద్ధిచెందునను అర్థముగల “బ్రహ్మ” పదమునకు విశ్వవ్యాకోచనసిద్ధాంతములు నవీన వ్యాఖ్యానములవలె గోచరించుచున్నవి. “మహతోమహీయాన్” అని శ్రుతి. నిర్దిష్టనిరవధికపరవస్తువుయొక్క బృహత్పరిమాణమునకు విశ్వపరిమాణము కొంచెమిడగునట్లుకనుపించును. ఏలయన, విశ్వము, విశ్వశరీరి రెండు వస్తువులును దురవగాహపరిమాణములుకలవియే.

భూతలమందు మానవుడు ప్రకృతిపై మహత్తరవిజయములను గాంచి నాడు; ప్రకృతిని తనబానిసగాచేసికొన్నాడు. విశ్వసృష్టికితలమానికము తానని మానవుడు గర్వముతో విర్రవీగుటకు. తనప్రకృతివశీకరణము కారణముకావచ్చును. ఇట్టి దురహంకారపూరితుడగుపురుషునిచేతికి ప్రస్తుత గ్రంథమువంటి నవీనఖగోళశాస్త్రగ్రంథము నొకదానినిచ్చి దానినతనిచేచది వింపచేసినయెడల బుర్రకెక్కినమృత్యుంతయు మంత్రించినట్లు దిగిపోవును. “ఖగోళశాస్త్రమువర్ణించునీరవధికమహత్వముగలవిశ్వమెక్కడ, అట్టివిశ్వాంతరాళమున నొకమూలనున్న ఒక ఇసుక నెరసుపాటియైన జేయనిభూమియందు బోరియలుపెట్టి కాలక్షేపముచేయుచు విర్రవీగుచున్న ఈతుచ్చమానవకీటమెక్కడ” అని యనిపించును.

ప్రస్తుతగ్రంథముపరిమితపరిమాణముగలదియైనప్పటికిని ఇది నవీనఖగోళవిజ్ఞానమును మనకండజేయు గ్రంథములకోటిలా చేరినది. ఇందు వేరు వేరుశీర్షికల చదలుచదువునంతటిని చవులుగొలుపుతెలుగునుడికారమున సంత



రించి, గ్రంథకర్త చదువరులకుచవిచూపినాడు. విషయము గంభీరమైనను, గానినినులభాషగాహముగాజేయుటయందు గ్రంథకర్త గాంచిన విజయము ప్రశంసార్హము. ఈగ్రంథమును సాంతముగ చదివినతరువాత చదువరుల నూనసమందు ఇంకను ఉద్గ్రంథముల నవలోకించి విశేషవిషయముల తెలిసికొనవలయునన్న కుతూహలమురేకెత్తినయెడల గ్రంథకర్త ఉద్యమము ఫలవంతమగును. తెలుగుభాషలోరచించినశాస్త్రగ్రంథములు చాలతక్కువగా నున్నవి. ఉన్నవాటిలోనైన విషయము నుఖప్రతీతికొరవడియున్నది. ప్రస్తుత గ్రంథము చదువరులఉపలబ్ధినిఆయాసపెట్టకుండ వారికి విషయవిశదపరిచయమును చేకూర్చును. అదిగాక పాఠకులు ఈగ్రంథమునైపుచూపుఆదరము గ్రంథకర్తను ఇటువంటిశాస్త్రవిషయవైశద్యాపాదకములగు శాస్త్రగ్రంథముల నింకననేకముల తెలుగులో వ్రాయుటకుపురికొల్పగలదని ఆశించుచు ఈభూమికను ముగించుచున్నాను.

చెన్నపట్టణము  
తెలుగుభాషాసమితి  
జయనామసంవత్సర  
భాద్రపద బహుళ చతుర్దశి  
25-9-54

మే. వ. నరసింహస్వామి  
తెలుగువిజ్ఞానసర్వస్వ భౌతికరాసాయనికశాస్త్ర  
సంపాదకుడు

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్  
తేలపొత్తు. (కృష్ణా జిల్లా.)



XII

## కృతః శ్లోకః

ద్రావిడభాషలలో అధునికశాస్త్రవాజ్మయము నభివృద్ధిపరచుటకై చెన్నపురి విశ్వకళాపరిషత్తువా రేర్పరచిన 'పోటీ' యాగ్రంథరచనకు కారణము. ఆ 'పోటీ'కివచ్చిన గ్రంథములలో దీని సుత్తమమైనదానినిగా నెంచి బహుమానమొసగి దీనిప్రచురణకు కారణభూతులైన చెన్నపురి విశ్వవిద్యాలయమువారి కెంతయు కృతజ్ఞుడను. నాయందలి వాత్సల్యముచే కోరినదేరదవుగ 'ముందుమాట'ను, 'భూమిక'ను వ్రాసియిచ్చి, నన్నాశీర్వాదించిన ముగ్గురువర్షములు డాక్టరు శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తిగారికిని, శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామిగారికిని నా వందనములు.

ఈ గ్రంథరచనయందును, ముద్రణమందును పలువురుమిత్రులు నాకు సాయపడిరి. పూజ్యులు శ్రీమల్లంపల్లి సోమశేఖరశర్మగారి యమూల్య సహాయ్యసంపద నాకు లభింపకపోయినచో ఈగ్రంథ మింతత్వరలో వెలువడియుండెడిదికాదు. శ్రీవసంతరావు వేంకటరావుగారు దీనిని సహృదయులై పరిశీలించిరి. ఉభయభాషాప్రవీణ శ్రీ దువ్వూరి సూర్య నారాయణశాస్త్రిగారు భాషావిషయమున ననేకసూచన లొసగిరి. వీర రెల్లరకు నా హృదయపూర్వకవందనములు.

ఈపుస్తకమున ప్రచురించిన 4, 5, 6, 7, 9, 10, 17 పటముల ఛాయాచిత్రములను కోడైకనాల్ అబ్జర్వేటరీవారును, 18 వ పటము ఛాయాచిత్రమును నైజామియా అబ్జర్వేటరీవారును, 19 వ పటము ఛాయాచిత్రమును జియలాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియావారును, 11, 24, 28, 30, 31, 32 పటముల ఛాయాచిత్రములను సయిన్సు సొసైటీ, మదరాసు వారును ఒసగిరి; తమకుచెందిన పటములను వినియోగించుకొనుటకు మాంట్విల్సన్ & పేలమార్ అబ్జర్వేటరీవారనుమతించిరి. వారల సహృదయతకు నాధన్య వాదములు.

— ర చ య త



శ్రీ వేమన గ్రంథాలయము  
తెలంగాణ. (కృష్ణా జిల్లా)

## ప్రస్తావన

‘శారదరాత్రు లుజ్జ్వలసత్తరతారకహారపంక్తులన్  
జారుతరంబులయ్యె.....’

రేవెలుగు ఛాయలులేని శరన్నిశీధములందు వినువీధిని  
సానబెట్టిన నజ్రములనలె మిలమిల ప్రకాశించు నక్షత్రముల  
యతిలోకసౌందర్యమునకు కవితల్లజుడైన నన్నయ ముగ్ధుడై,  
తన యానందమును కవితారామణీయకముతో జోడించి  
వాగ్రూపమున పై పద్యభాగమందు చిత్రించెను. ఈ యానంద  
పారవశ్యము ప్రతి ప్రేక్షకునకును సామాన్యమే. సామాన్య  
ప్రేక్షకుడు కవిగామిచే ఆ యానందమును తన మనస్సునందే  
జీర్ణించుకొనును. ఆనందజనకమగు వస్తువునుగురించిన జ్ఞానమా  
యానందము నినుమడింపజేయు ననుట నిర్వివాదము కదా !  
కాబట్టి ఆనందజనక గగనదృశ్యముయొక్క నిగూఢ రహస్యము  
నొకింత యవగాహనము చేసికొనుటకు ప్రయత్నింతము.

శీర్ష భాగమం దదుమబడిన గుండ్రని పెద్దడిప్పవలె ఆకా  
శము కనపడును. కాని నిజమునకు ఆకాశమనునది ద్రవ్య  
రూపమున నేమియునులేదు. ఆకాశము శూన్యప్రదేశమే.  
మనయాహకందనంత దూరమువరకును ఆశూన్యప్రదేశ  
మున్నది. అంతయెక్కువ దూరమునకు నున్న ఆశూన్యప్రదే  
శములో చాలతక్కువభాగము మాత్రమే మనకంటికి ఆనును ;  
అప్పుడు శీర్ష భాగమం దదుమబడియున్న గుండ్రనిడిప్ప భూమిపై



బోర్లింపబడిన ట్లది మనకు కనిపించును. ఆకాశమని మనము తఱచుగా వ్యవహరించుచున్నది అట్లు గుండ్రని డిప్పవలె కనబడుచున్న దాని లోపలి తలనే.

ఆకాశమునైపు చూచినపుడు జ్యోతులవలె ప్రకాశించుచు అనేకమూర్తులు మనకు గోచరమగును. ఆకాశమందున్నట్లుగా గోచరించుచున్నవి కాబట్టి ఆమూర్తులను నభోమూర్తులని సాధారణముగా వ్యవహరింతురు. వీనిలో చాల మూర్తులు గోళాకారమున నుండును. ఆహేతువుచేత ఖగోళములని కూడ వానిని పేర్కొనుట కలదు. ఖగోళము లనగా ఆకాశమందున్న గోళములే.

ఆకాశమునకు వెనుక ధగధగ మండుచు దివ్యాగ్ని యున్నదనియు, ఆకాశములోని రంధ్రములమూలమున మన కగపడుచున్న ఆ దివ్యాగ్నియే నభోమూర్తులనియు పూర్వు లనుకొనుచుండెడివారు. కాని ఇది నిజముకాదు. ఆకాశ మనెడి దేదియు ద్రవ్యరూపముతో లేనపుడు దానికి చిల్లులుండుట, దానికి వెనుకనున్న దివ్యాగ్ని ఆ చిల్లుల ద్వారముగ నభోమూర్తులుగా గోచరించుట అసంభావ్యము గదా! నిజమునకు నభోమూర్తులన్నియు ద్రవ్యమయములైన పెద్ద పెద్ద స్వరూపములు.

నభోమూర్తులనైపు ఆకస్మికముగా నొక్కసారి చూచినచో నవి యన్నియు చుక్కలవలె నున్నట్లును, ఒకేవిధముగా ప్రకాశించుచున్నట్లును మనకు స్ఫురించును. కాని సదానముగా కొన్ని దినములు గంటలు వానిని పరిశీలించినయెడల అవి యొకే



మాదిరిగా ప్రకాశించుటలేదని మనకు తెల్లమగును. ఈవిధముగా సభోమూర్తులందు గలతేడాల నాధారముగా జేరికొని వానిని కొన్నివర్గములుగా శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, ఖోకచుక్కలు, ఉల్కలు అనుసవన్నియు సభోమూర్తులందలి వివిధవర్గములే.

గగనతలమున మన కగపడుమూర్తులలో అధికసంఖ్యాకములు నక్షత్రములు. నిర్మలమైనరాత్రియందు చంద్రుడు లేని సమయమున ఆకాశమునైపు చూచి, 'అబ్బో! నక్షత్రము లెన్నియున్నవో!' యని వాని కసంఖ్యాకత్వము నారోపించి ఆశ్చర్యమును ప్రకటించుము. కాని శాస్త్రపరికరసాహాయ్య మేమియు లేకుండ కంటితో చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య అపరిమితము గాదు. మంచి దృష్టిగల మానవునకు ఏదైన నొకసమయములో కనపడునక్షత్రములు సుమారు 3000 ఉండును. భూమిపై రెండవఅర్ధభాగమందున్న మానవున కాసమయములో కనపడునక్షత్రములు కూడ రమారమి అన్నియే యుండును. కాబట్టి కంటికి కనపడు మొత్తము నక్షత్రములు 6000 కంటె నెక్కువ యుండవు. కాని మనకంటికి కానరాని నక్షత్రము లింకను నన్నియో బ్రహ్మాండమందు గలవు.

నక్షత్రములు స్వయంప్రకాశకగోళములు. దీపము స్వీయకాంతిచేత ఏరీతిగా ప్రకాశించునో ఆరీతిగనే ఆకాశములో నక్షత్రములు ప్రకాశించుచున్నవి. భూమినుండి చూచుచున్న



మనకు మినుకు మినుకు మని తేజరిల్లుచు ఆకాశమున గోచరించు చున్న మూర్తులన్నియు నక్షత్రములే.

వేగుచుక్కను చాలమంది చూచియే యుందురు. ఆ చుక్క పొడుపును బట్టియే పల్లెటూరి రైతులు తెల్లవారవచ్చు చున్నదని తెలిసికొందురు. నక్షత్రమువలె ప్రకాశించుచు చంద్రుడులేని రాత్రియందు తెల్లవారుజామున కనబడు ఖగోళము లన్నిటికంటెను ఎక్కువ దీప్తిమంతముగా గోచరించున దదియే. సూర్యచంద్రుల తరువాత దానియంత ఎక్కువ దీప్తితో మనకగపడు ఖగోళము మరియొకటిలేదు. నిశితముగా పరీక్షించినచో అది కేవలము నక్షత్రమువలె చుక్కగా గాక చిన్న బింబముగా గోచరించును. నిదానముగా కొంతసేపు దాని నవేక్షించినయెడల నక్షత్రములవలె మినుకు మినుకు మనక అవిచ్ఛిన్నమైన కాంతితో నది ప్రకాశించుచున్నట్లుల కూడ మన కనగతమగును.

‘నక్షత్రములు అనగా చుక్కలు స్వయంప్రకాశక ఖగోళముల’ని మనము నిర్వచించినయెడల వేగుచుక్క చుక్క (నక్షత్రము) కాజాలదు. అది స్వయంప్రకాశకమూర్తి కాక పోవుటయే అందుకు కారణము. తనపై బడిన సూర్యకాంతితో వేగుచుక్క ఆకాశమున తేజరిల్లుచున్నది. ఇట్లది సూర్య కాంతివలన తేజరిల్లుటయేగాక సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణము కూడ చేయుచున్నది. వేగుచుక్కకు శుక్రుడని మరియొక పేరు గలదు. శుక్రునివలె సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగు చున్న ఖగోళములను గ్రహము లందురు. శుక్రునితో కలిసి గ్రహములు మొత్తము పది యున్నవి. బుధుడు, శుక్రుడు,



భూమి, కుజుడు, ఆస్తిరాయిడులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో అని వానిపేర్లు.

నభోమూర్తులను పరిశీలించుటకై దూరదర్శిని యను పరికరము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞులు సృష్టించినారు. ఈ పరికరముతో చూచినపుడు దూరముననున్న మూర్తి దగ్గరగ నున్నట్లగపడును. ఇట్టి పరికరముతో గ్రహముల నవేక్షించి నపుడు చిన్నచిన్న బింబములుగా అవి కనపడును. కాని అదే పరికరముతో నక్షత్రములను పరీక్షించినయెడల వట్టికంటికి కన పడువానికంటె కొంచెము పెద్దవిగా నవి గోచరించినను బింబములుగా మాత్రము ప్రత్యక్షము కావు ; చుక్కలుగనే అవి కనపడును.

ఒక నభోమూర్తి నక్షత్రమో గ్రహమో దూరదర్శిని లేకుండకూడ తెలిసికొనవచ్చును. కొన్నిదినములు లేక నెలల కాలవ్యవధిలో నక్షత్రములనుబట్టి గ్రహముల సాపేక్ష స్థానములలో మార్పు వచ్చును. కాని నక్షత్రముల స్థానములో వట్టి మార్పు గోచరము కాదు. ఆకాశమున మనకు ప్రత్యక్షమగు మూర్తులలో గ్రహములసంఖ్య చాల తక్కువ.

గ్రహములు గాక సూర్యునిచుట్టు ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో యుఖ్యమైనవి తోకచుక్కలు. నభోమూర్తులన్నింటిలోను మిక్కిలి ఆశ్చర్యకరమైనవవియే. తోకచుక్క అనగానే కాంతిమంత మైనపెద్దతల, దానికిచేర్చి పొడువైన తోకగల నభోమూర్తి మనస్ఫురణమ వచ్చును. ఇట్టి నభోమూర్తులు తరచుగా ప్రత్యక్షముకావు. వాని అపురూపమే



వాని వింతకు కారణమేమో! కాని తోకచుక్కలలో తోక  
లేనివికూడ పెక్కులున్నవి. తోకచుక్కలలో వ్వానిసంఖ్యయే  
చాల హెచ్చు. తోక ఉన్న తోకచుక్కలు తరచుగా కనిపిం  
చవుగాని తోక లేనివిమాత్రము ప్రతిసంవత్సరము కనపడు  
చునే యుండును. కాని తోక లేనికారణమున సామాన్య  
మానవుని దృష్టి నవి యెక్కువగా నాకర్షింపలేవు.

సభోమూర్తులందు ఎక్కువ విరివిగా కనిపించునవి  
ఉల్కలు. రాత్రి ఆకసమునంక చూచుచో ఒక నక్షత్రము  
హఠాత్తుగా క్రిందికి పడిపోవుచున్నట్లు నన్నని కాంతిరేఖ ఆకా  
శమున కడ్డముగా కనిపించును. కాని నక్షత్రము పడిపోవుట  
నిజముకాదు. ఆ కాంతిరేఖ భూమివైపునకు ఉల్క పడుటవలన  
కలిగినదే. ఉల్కలు వినువీధిని తిరుగుచున్న అత్యల్పమైన  
మూర్తులు. భూమిని చుట్టియున్న వాతావరణములోని కవి  
వచ్చుట తటస్థించినపుడు వాతావరణపు రాపిడి కవి వేడియెక్కి,  
మండి, నన్నని కాంతిరేఖగా గోచరమగును.

ఆకాశములో గ్రహములచుట్టును తిరుగుచున్న మూర్తులు  
ఉపగ్రహములు. మనకు చల్లని వెన్నెల నిచ్చుచున్న చంద్రుడు  
భూమిచుట్టు ప్రదక్షిణ మొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము. భూమికి  
గల ఉపగ్రహము చంద్రుడొక్కడే. మన చంద్రుడు గాక  
ఆకాశములో ఇతర గ్రహముల చుట్టును తిరుగుచున్న ఉప  
గ్రహములు మరి ముప్పది యున్నవి. ఉపగ్రహము లన్నియు  
ఆయా గ్రహములచుట్టును తిరుగుచు ఆ గ్రహములతో కలిసి  
సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్నవి.



ఈవిధముగా సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగనో పరోక్షముగనో తిరుగుచున్న నభోమూర్తుల నన్నింటిని, సూర్యునితో చేర్చి, సూర్యకుటుంబమని వ్యవహరింతురు.

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశించును. కాని ఆకాశమందు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశింపక మసకగా మాత్రమే గోచరించు మూర్తులు కొన్ని యున్నవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని కాంతి పింజలనలె నవి గోచరించును. ఇట్టి మూర్తులకు నెబ్యులాలని పేరు.

ఆకాశములో ఉత్తర దక్షిణములుగా వ్యాపించి గగన తలమును రెండుగా భాగించుచున్నట్లు పొడునైన మేఘమువలె నొకమూర్తి యున్నది. పాలపుంత యనియు, కాశీరామేశ్వరముల త్రోవ యనియు, వియద్గంగ యనియు దానిని సామాన్యముగా మనము వ్యవహరింతుము. అస్పష్టమైన కాంతితో సుదీర్ఘమైన తెల్లని మేఘమువలె గోచరించుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది అనేకకొట్ల నక్షత్రములు, నెబ్యులాలు చేరగా నేర్పడినమూర్తి. ఇట్టి మూర్తులకు శాస్త్రపరిభాషలో 'గెలాక్సీ' లని నామము.

\*

\*

\*

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలు, నెబ్యులాలు, గెలాక్సీలు మున్నగు వేర్వేరు నభోమూర్తులను గూర్చిన జ్ఞానము నొసగు శాస్త్ర విభాగమే ఖగోళవిజ్ఞానము ; లేదా ఖగోళశాస్త్రము. జ్యోతి శాస్త్రమని దానికి మరియొక పేరు. నభోమూర్తుల స్వభా

వము, ఆకార పరిమాణములు, సంచలనములు, సాపేక్ష సన్నివేశములు, రచన ఆదిగాగల అనేకవిషయములు ఈశాస్త్రమందు చర్చింపబడును.

ఖగోళవిజ్ఞానము చాల పురాతనమైనది. ఆధునికయుగమందు భౌతికశాస్త్రరంగములలో జరుగుచున్న విజ్ఞానాభివృద్ధి ఫలితముగా మహాధికీకరణ సామర్థ్యముగల సుగ్రాహ్యవేధన పరికరనిర్మాణము శాస్త్రజ్ఞునకు సాధ్యమైన నాటినుండియు ఖగోళవిజ్ఞానముకూడ బాగుగా ప్రవర్ధమానమగుచున్నది. ఈరీతిగా దినదిన ప్రవృద్ధమగుచున్న ఖగోళ విజ్ఞానక్షేత్రమును అందు కృషిచేయుచున్న విజ్ఞానులకు వీలుగనుండుటకై మూడు ఖండములుగ ఆధునికులు విభజించిరి. ఈవిభజన కేవలము స్థూలమని వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞానము, సైద్ధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానము, ఖగోళభౌతిక విజ్ఞానము—అని ఆ ఖండములకు పేర్లు.

వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞాన మెక్కువగ అవేక్షణాత్మకమైనది. నభోమూర్తుల చలనముల నవేక్షించి ఆఫలితములను లిఖించుట, ఏ నభోమూర్తి భవిష్యత్తునం దేసమయమున గగనతలమునం దేస్థానమున నుండునో అవేక్షణ ఫలితముల సాహాయ్యమున నాదేశించుట, ఆవిధముగా నక్షత్రపట్టికలను, పంచాంగములను తయారుచేయుట ఈవిభాగమునందు జరుగు కృషి. నభోమూర్తుల ఘనపరిమాణమును కనుగొనుట, భూమినుండి వానిదూరములను కొలుచుటకూడ ఈఖండమున జరుగు కృషిలోని భాగమే. ఖగోళవిజ్ఞానములో ఇదియే మిక్కిలి పురాతనమైన శాఖ.



ఖగోళవిజ్ఞానములో రెండవశాఖయగు సైన్ధాంతికఖగోళ విజ్ఞానము కేవలము గణితశాస్త్రసంబంధమైనది. ఖగోళ చలనములకు కారణముల నరయుటకై గణితశాస్త్ర నియమములను వానికి వర్తింపజేయుటయే సైన్ధాంతికఖగోళవిజ్ఞానమందు జరుగు కృషి కంతటికిని ప్రధాన లక్ష్యము. ఖగోళముల ద్రవ్యరాశినిర్ణయము కూడ ఈ ఖండమందే జరుగును.

ఇక ప్రయోగశాలలో భౌతికవిజ్ఞాన పరిశోధనల ఫలితముగా లభ్యమైన జ్ఞానమును నభోమూర్తుల కన్వయింపజేసి వాని రచనావిధానము, తాపక్రమము, స్వభావము, పరిణామ విశేషము— ఆదిగాగల విషయముల నరయుట మూడవఖండమైన ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానమందు జరుగు కృషి. ఈ శాఖ కనునవీనము. ఆధునిక భౌతికవిజ్ఞాని నిర్మించిన వర్ణమాలామాపకమను పరికరసాహాయ్యముననే ఈశాస్త్రశాఖ పెంపొందుటకు వీలుచిక్కినది.

ఇటీవల రేడియోఖగోళశాస్త్రమును మరియొక నూతన శాఖ ఖగోళవిజ్ఞానమందు వెలసినది. దీనిని ప్రత్యేకమైన శాఖగా గాక ఖగోళభౌతికశాస్త్రోపశాఖగా పేర్కొనుట యుచితము. నభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగు దృగ్గోచర, అతినీలలోహిత, పరకొంఠికాంతికిరణముల యనుశీలనమునకు మాత్రమే ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానము పరిమితమై యున్నది. కాని నభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగు వికిరణములు పైని పేర్కొనినవి మాత్రమే కావు. మనము రేడియో వార్తలను పాటలను ఎట్టి తరంగముల సాహాయ్యమున వినగలుగుచున్నామో అట్టి తరంగము

నభోమూర్తులనుండి ప్రసాదితమగుచున్నవి. ఈతరంగములనుకూడ మన మనుశీలింపగలిగినచో నభోమూర్తులను

గూర్చి మరికొంత జ్ఞానము నార్జించుటకు వీలుచిక్కును. ఈ రీతిగా నభోమూర్తులనుండి ప్రసాదితమగు రేడియోతరంగములయనుశీలనమునకు ప్రత్యేకింపబడిన ఖగోళవిజ్ఞానశాఖయే రేడియోఖగోళశాస్త్రము.

లోగడ పేర్కొనినట్లు ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన కేవలము స్థూలమైనది. పైని వివరించిన విధముననేగాక మరియొకరీతిగా కూడ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజనను చేయుచుందురు. ఈ విభజనయందు ఒక్కొక్క తరగతి నభోమూర్తులనుగూర్చి ఒక్కొక్క భాగములో చర్చించి, ఆ నభోమూర్తులతోనే ఆ ఖగోళశాస్త్రభాగమును పేర్కొందురు. సక్షతఖగోళవిజ్ఞానము, సూర్యకుటుంబఖగోళవిజ్ఞానము మొదలగునవి యిట్టివే.

ఎట్లయినను విషయము నెక్కువ లోతుగ చర్చింపదలచినపుడే ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన యెక్కువ ప్రాముఖ్యమును వహించును. కాని జనసామాన్యముకొరకు వ్రాసిన ప్రకృత గ్రంథమువంటి వానిలో ఈ ఖగోళవిజ్ఞానఖండములందు ఏదో ఒక ఖండమందలి విజ్ఞాన సంపదనుగూర్చి మాత్రమే వ్రాయుట అభిలషణీయము కాదు. కాబట్టి యీ గ్రంథములో వర్ణనాత్మక, సైద్ధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానరంగములలో సేకరించిన జ్ఞానమును కొంతవిపులముగను, ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానరంగములో నార్జించిన విజ్ఞానమును కొంత సంగ్రహముగను చర్చించుటకు ప్రయత్నింతము.

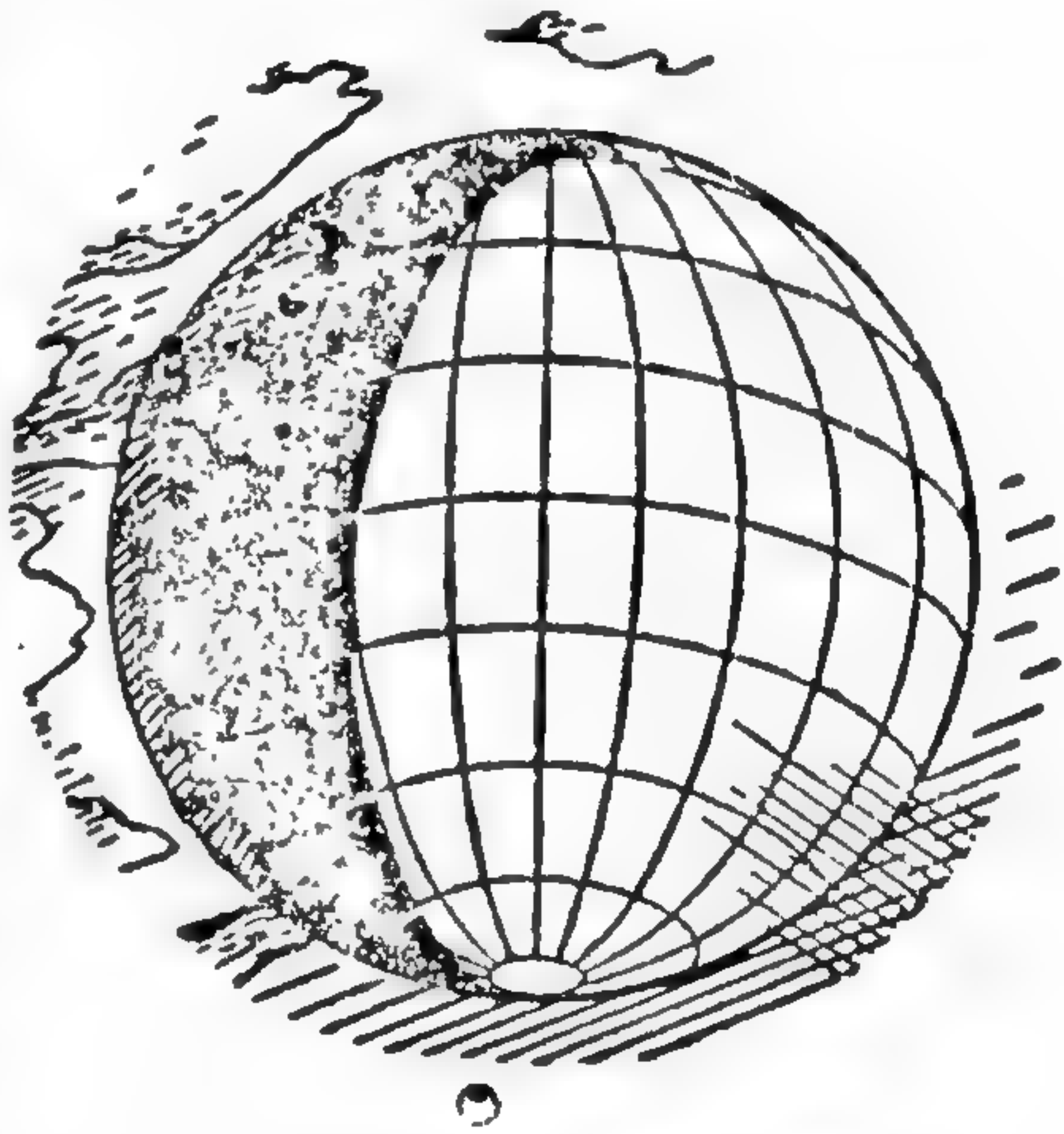


# శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్ తేలపూర్తి. (కృష్ణాజిల్లా)

భూమి

భూమి నారింజకాయవలె గోళాకారమున నున్నదని చెప్పిన వో మనలో చాలమందికి విష్ణురముగానుండదు. కాని అందరు దాని నంగీకరించెదరని పూర్తిగా చెప్పలేము. భూమి

బల్లపరుపుగానున్నదని వాదించువారు పలువురుందురు. గాఢముగా ఆలోచింపక పోయిన యెడల 'అది నిజమేమో' యని మనకు కూడ అనుమానము కలుగవచ్చును ; ఊరి నెలుపలికేగి విశాలమైన బయళ్ళమధ్య నిలువబడి నలునైపులనుచూచినచో భూమి



1 వ చిత్రము—భూగోళము

చాపపరిచినట్లు బల్లపరుపుగనే యున్నదని మనకు సైతము స్ఫురించును. కాని నిజముగ భూమి బల్లపరుపుగా లేదు. అది నారింజపండువలె గోళాకారమున నున్నది.

భూమి గోళాకారముగనున్నది, లేనిది భూమిపై నున్నంత సేపు మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేము. భూమి చాల

పెద్దదగుటయే అందుకు కారణము. కాని భూమి ఆకారమును నిర్ణయించుటకు భూమిని వదలి ఆకాశములోనికి దూరముగ పోయి చూడనవసరము లేదు. కొన్ని దృష్టాంతముల సాహాయ్యమున భూమిపైనుండియే భూమి గోళాకారముననున్నదని చెప్పవచ్చును.

విశాలమైన బయలులో నిలువబడి నలునైపులకు చూచినపుడు కనుచూపుమేరకు సరిహద్దులో ఆకాశము భూమిని కలిసికొనినట్లు కనపడును. ఇట్లు ఆకాశము భూమిని కలిసికొనినట్లు కనపడురేఖకు దిక్చక్ర మని పేరు. సముద్రపు టొడ్డున గాని బయటగాని నిలువబడి దిక్చక్రమును పరిశీలించినచో పెద్ద నృత్తముగా నది గోచరించును. ఇట్లు నృత్తపరిధిభాగమునలె దిక్చక్ర మగపడుటకు హేతువు భూమి గోళాకారమున నుండుటయే.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుటకు పైదృష్టాంతము కంటెను మిన్నయైనది దిక్చక్రమునుండి ఒడ్డునకు వచ్చుచున్న ఓడదృశ్యము. దిక్చక్రసమీపమందున్నపుడు ఓడ తెరచాపకొయ్య చివరిభాగము మాత్రమే ఒడ్డున నున్నవారికి కనపడును. కాని క్రమముగా ఓడ ఒడ్డును సమీపించినకొలదియు దాని తెరచాపకొయ్య అడుగుభాగము, ఓడ పైభాగము, ఓడ అడుగుభాగము క్రమముగా కనిపించును. దృక్పక్షే త్రములోనికి ఓడ ప్రవేశించిన వెంటనే ఓడయంతయు ఒక్కసారిగా కనిపించక ఓడకొయ్య చివరిభాగమునుండి ఓడ అడుగు వరకును క్రమముగా కనిపించుటకు కారణము భూమిగోళాకారమున నుండుటయే.



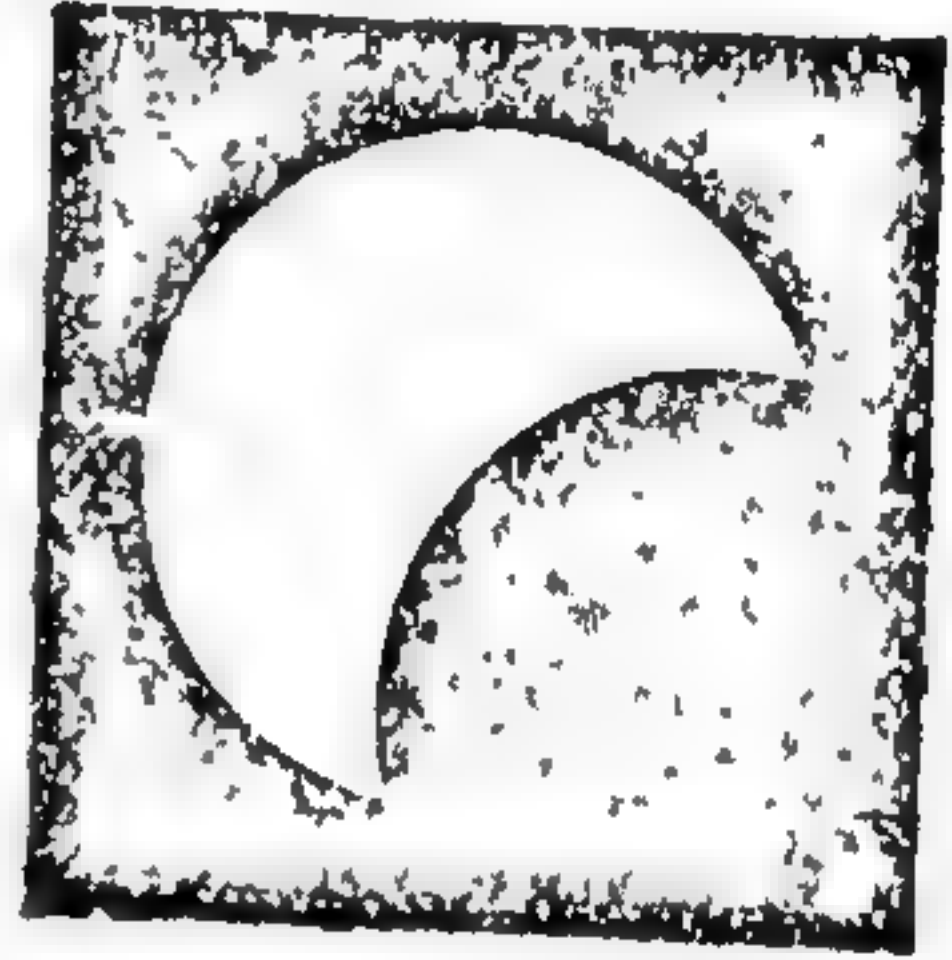
ఓడలు విమానములు వాహనములలోనికి వచ్చినప్పటి నుండియు ఒక దేశమునుండి మరియొక దేశమునకు ప్రయాణము చేయుట మిక్కిలి యెక్కువైనది. అమెరికా దేశములోని శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో నగరములో జరుగుచున్న ఐక్యరాజ్యసమితి సమావేశమునకు విమానమెక్కి పడమరగా ప్రయాణముచేసి మన దేశమునుండి వెళ్ళవచ్చును; లేదా తూర్పుగా ప్రయాణము చేసికూడ హాజరుకావచ్చును. మనదేశ ప్రతినిధులు తూర్పుగానో, పడమరగానో - ఎవరికి వీలయినట్లు వారు ప్రయాణము చేసి శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో సమావేశములకు హాజరగుచున్నవారి ప్రతికలలో చదువుచుంటిమి. భూమి గుండ్రముగా నుండుట చేతనే యిది సాధ్యమగుచున్నది.

ఆకాశములో ఎక్కువ యెత్తునుండి భూభాగపు ఛాయా చిత్రములను తీయుటను ఇటీవల శాస్త్రజ్ఞులు నేర్చుకొనిరి. 1947 న సంవత్సరము మార్చి 7 న తేదీ 100 మైళ్ళ యెత్తు నుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంతమందలి భూభాగపు ఛాయా చిత్రమును 1 న పటములో చూడవచ్చును. పటములో చూపబడిన భూభాగపు నిడివి, ఒకకొననుండి రెండవకొనకు రమారమి 250 మైళ్ళు. భూమి యేదీగిగా వ్రువునొంది యున్నదో ఆపటమునుబట్టి మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుట కింత వరకు పేర్కొనబడిన నిదర్శనము లన్నియు పూర్తిగా భాగోల్పకములు. కాని కొన్ని ఖగోళవిషయిక నిదర్శనములవలన కూడ మన మానిషయమును నిరూపించవచ్చును. సభోమూర్తు

లన్నియు సామాన్యముగ నేయాకారమున నున్నవో భూమి కూడ ఇంచుమించు అదే ఆకారమున నున్నదని భావించుట అసంబద్ధము కాదు. ఆకాశములో చంద్రుడు గుండ్రముగా కని పించుచున్నాడు; సూర్యబింబముకూడ గుండ్రముగనే యున్నది. కాబట్టి సూర్యచంద్రులవలె భూమిపైతము గుండ్రముగా నున్నదని ఊహించవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనుటకు మరియొక గొప్పశృంఘ్లాంతము అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము. అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణ సమయముందు చంద్రునియందు దేర్పడిన మొట్టి వక్రము వ్రగా నుండును. భూమినీడ చంద్రునిపై పడుటచేతనేగదా చంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది ! గ్రహణసమయములో



2 వ చిత్రము - అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము

చంద్రుని మొట్టి వక్రమువ్రగా నుండును కాబట్టి ఆమొట్టి యేభూమి నీడవలన నేర్పడినదో ఆభూమి గోళాకారమున నుండునని మనము గ్రహించవచ్చును.

కాని యీ సదర్శనము లన్నిటికంటెను హెచ్చుగ్గా యిక్కమైన మరియొక సదర్శనము భూమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర ధ్రువమునకు పోవుటలో ధ్రువనక్షత్రపు తెత్తునందు కనబడు మాడ్పు.

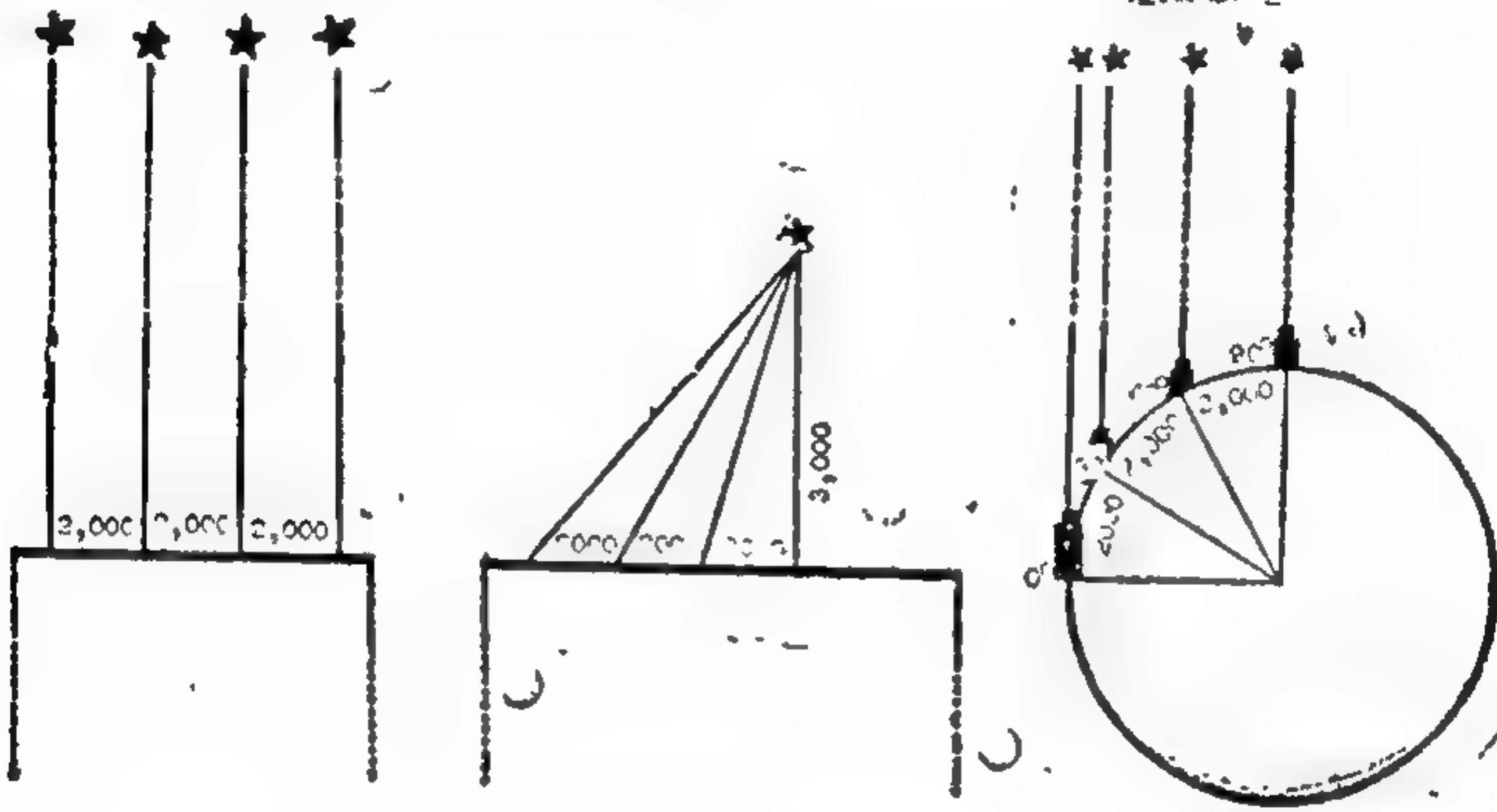
భూమి ఉత్తరతల మధ్యబిందువునకు ఉత్తరధ్రువమని యును, దక్షిణతల మధ్యబిందువునకు దక్షిణధ్రువమనియును



పేర్లు. భూమ్యుత్తరదక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు భూకేంద్రముమీదగపోవు ఊహారేఖను భూమ్యక్షమందును. ఉత్తరదక్షిణధ్రువములకు సమానదూరములో భూమ్యక్షమునకు లంబతలమునందుండుస్థితిగా భూమ్మపై నొకవలయమును గీసినచో అది భూమధ్యరేఖ యగును. ఈరేఖ భారతదేశమునకు దక్షిణమున నున్నది ; ఆఫ్రికా, దక్షిణఅమెరికాలమీదగ అది పోవుచున్నది. భూమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ భూమ్మపై గీయబడిన రేఖలకు అక్షాంశము లనియును, దానికి లంబతలములో ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు గీయబడిన రేఖలకు రేఖాంశములనియును పేర్లు. భూమధ్యరేఖను '0' అక్షాంశముగ నేర్పరచుకొని అక్కడినుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా అక్షాంశములను లెక్కింతురు. ఉత్తరధ్రువము 90 ఉత్తర అక్షాంశమును, దక్షిణధ్రువము 90 దక్షిణ అక్షాంశమును నిరూపించును.

ఆంధ్రదేశములో ఏప్రదేశమునుండి చూచినను దిక్చక్రముమీద కొంచెము ఎత్తులో ఆకాశమం దుత్తరభాగమున ధ్రువనక్షత్ర మగపడును. ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున 12-20 అక్షాంశముల నడుమ నున్నది. భూమధ్యరేఖ మీదనున్న ప్రదేశములనుండి ధ్రువనక్షత్రమును జూచినచో అది సరిగా దిక్చక్రమందుండి దృశ్యాదృశ్య మగును. భూమధ్యరేఖనుండి క్రమముగా ఉత్తరదిశగా పోయినకొలదియు ఆకాశములో ధ్రువనక్షత్రపు ఔర్ధ్వకూడ క్రమముగా హెచ్చి, చివరకు ఉత్తరధ్రువమును చేరుకొనునప్పటికి సరిగా నడునెత్తిమీద నది యగపడును. దక్షిణార్ధగోళమునుండి చూచినపుడు ఆకా

శములో ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించనే కనిపించదు. భూమి గోళాకారమున నుండుటచేతనే ధ్రువనక్షత్రపు ఔత్తునందు



### 3 వ చిత్రము

భూమి బల్లపరుపుగను, ధ్రువనక్షత్రము భూమికి చాలదూరముగను ఉండియున్నచో, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణముచేసినను ధ్రువనక్షత్రపు ఔత్తునం దెట్టిమార్పు భూమిపైనున్న అవేక్షకునకు కానరాదు. (ఎడమవైపు చిత్రము.)

భూమి బల్లపరుపుగనుండి ధ్రువనక్షత్రము భూమికి చేరువగానుండి యున్నయెడల, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణము చేసినకొలదియు ధ్రువనక్షత్రపు ఔత్తునందు మార్పు భూమిపైనున్న అవేక్షకునకు కానవచ్చును. కాని యీమార్పు మాటవరుసకు ప్రతి 2000 మైళ్ళ ప్రయాణమునకును అదిలో అధికముగనుండి తరువాత క్రమముగా తగ్గును. ధ్రువనక్షత్రము కానరాకుండమాత్ర మేప్రదేశమున నుండదు. (మధ్యచిత్రము)

భూమి గోళాకారముననున్నచో ఉత్తరధ్రువమునుండి దక్షిణదిశగా గావించిన ప్రతి 2000 మైళ్ళప్రయాణమునకును ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రపు ఔత్తు 30° తగ్గును. భూమధ్యరేఖకు దక్షిణముననున్న ప్రదేశముల ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించదు. (కుడివైపు చిత్రము.)



మనకీ నైవిధ్యము గోచరించుచున్నది. అట్లుగాక భూమి బల్లి పరుచుగనుండి భూతలమునకు చాలదూరమున ధ్రువనక్షత్రముండియున్నచో భూమిమీది యేప్రదేశమునుండి చూచినను, అది నడునెత్తిమీదనే గోచరించియుండెడిది. కాని అట్లది గోచరింపకపోవుటవలనను, ఒకే రేఖాంశము ననుసరించి ఉత్తరదిశగా ప్రయాణము చేయునపుడు మనము ప్రయాణము చేసిన దూరమునకు ఇంచుమించుగా అనుకోమానుపాతముగో ధ్రువనక్షత్రపుటెత్తు మారుటచేతను భూమి గోళాకారమున నున్నదని చెప్పవలెను.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనగా, సౌష్ఠవమైన సమ గోళమువలె నది యున్నదనికాదు ; ఉత్తర దక్షిణములుగా నదుమబడి అది యున్నది. భూమి ఉత్తరదక్షిణముల అడ్డు కొలత 7900.02 మైళ్ళు ; తూర్పుపడమరల అడ్డుకొలత 7926.70 మైళ్ళు. భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నీతీరున కొద్దిగా అదుమబడి యున్నదని యెట్లు నిర్ధారణమైనది ? అట్లది అదుమబడియుండుటకు హేతువేమి ?

పురిలేనిదారముచేత వ్రేలాడదీయబడిన బద్దనైన వస్తువునకు సామాన్యలోలకమని పేరు. సామాన్యలోలకమును ఏకతలమున ప్రకంపితమొనర్చినచో, లోలకముపొడుచును, భూకేంద్రమునుండి లోలకమునకుగల దూరమును మారనంత వరకు, దాని ప్రకంపనకాలమందు మార్పురాదు. సమానమైన పొడువుగల లోలకముయొక్క ప్రకంపనకాలమును భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు కనుగొనినయెడల ఆకాలము

లన్నియు సమానముగా నుండవు ; ధ్రువములచెంత భూమి కొంచెముదుమబడి యున్నయెడల లోలక ప్రకంపనకాలమం దెట్టి వ్యత్యాసముండుట కవకాశమున్నదో సరిగా అట్టి వ్యత్యాసమే అందు వ్యక్తమగును.\*

త్రాసు, తక్కిడలతోనేగాక కొందరు 'స్వింగుత్రాసు' లతోగూడ వస్తువులను తూచుచుండును. స్వింగుత్రాసుతో నొకవస్తువును భూమధ్యరేఖాప్రాంత ప్రదేశమందును, ధ్రువములచెంతనుకూడ తూచినచో భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములందుకంటె ధ్రువములచెంత దానిబరువు హెచ్చుగనున్నట్లగపడును. ఒకవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలమే ఆవస్తువుబరువునకు కారణము. కాబట్టి ద్రవ్యసంచయముతో మాక్కులేకపోయినను ఒకేవస్తువు భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునందుకంటె ధ్రువములచెంత ఎక్కువ బరువును కలిగియుండుటకు కారణము ఆవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలపరిమాణము ధ్రువములచెంత అధికముగ నుండుటయే. భూకేంద్రమునుండి భూతలముమీది ఒకప్రదేశముయొక్క దూరము ఎంతతక్కువైనచో, ఆప్రదేశమునందు భూమ్యాకర్షణబలమంత యెక్కువగ నుండును. అందుచేత భూగోళ ముత్తర

\* కేవలము భూకేంద్రమునకును లోలకమునకునుగల దూరముమాత్రమే గాక భూసాంద్రతయందుండు వ్యత్యాసము భూభ్రమణము మున్నగు మరి కొన్ని అంశములుకూడ లోలకప్రకంపనకాలమును మార్పును తేగలవు. ఈ అంశముల కన్నిటికిని తగు మార్పులను గావించినను సమానమైన పొడుపుగల లోలకప్రకంపనకాలములలో భూమిపైని వేర్వేరు తావులందు వ్యత్యాసము గానవచ్చుచది.



దక్షిణములుగా నదుమబడి యున్నదని మనము గ్రహింప వచ్చును.

భూమి సౌష్ఠవమైన గోళాకారమున లేదని ప్రత్యక్షముగ కొలిచియు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొన్నారు. భూమి గోళాకారముననే యున్నయెడల, ఏదైనను ఒక రేఖాంశము వెంబడిని కొలిచినపుడు 1 డిగ్రీ అక్షాంశముపొడుపు భూమిపై ఎక్కడైనను సమానముగనే యుండవలెను. కాని వాస్తవముగా నది యట్లు సమానముగ లేదు. భూమధ్యరేఖదగ్గర 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడుపు 68.7 మైళ్ళుండగా, ఆ 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడువే 20 వ అక్షాంశము దగ్గర 68.8 మైళ్ళును, 40 వ అక్షాంశము దగ్గర 69.0 మైళ్ళును, 60 వ అక్షాంశముదగ్గర 69.2 మైళ్ళును, ధ్రువములచేత 69.4 మైళ్ళును ఉన్నది. ఈరీతిగా 1 డిగ్రీ అక్షాంశ పరిమాణము భూమధ్యరేఖ దగ్గర కంటె ధ్రువములచేత ఎక్కువగా నుండుటవలన భూమియొక్క వక్రీకరణము భూమధ్యరేఖ దగ్గరకంటె ధ్రువములచేత తక్కువగా నున్నదని వ్యక్తమగుచు. దీనిబట్టి భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా అనుమబడియున్నదని స్పష్టము.

భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నదుమబడి యుండుటకు కారణమని తనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుటయే\*. ఇట్లుక వస్తువు తన అక్షముపై తనలో తాను తిరుగుటను భ్రమణమని సాంకేతికభాషలో పేర్కొందురు. అది యే అక్షముపై భ్రమించునో దానికి భ్రమణాక్షమని నామము.

\* దీనికి ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు కొందరు అభ్యంతరము చెప్పచున్నారు.

దీపావళినాడు దీపపు ప్రమిదలను వ్రేలాడదీయుటకై నాలుగో, ఆరో తాటియాకులను జేర్చి, గుమ్మడిపండు ఆకారములో గుమ్మటములను తయారుచేయుదురు. ఇట్టి గుమ్మటములను తయారుచేసి, వానిలో దీపములను వ్రేలాడదీయ నాచార మీనాటికిని పల్లెలలో నున్నది. గుమ్మటమును తయారుచేయుటకై పండుతాటియాకులను ఆరింటిని తీసికొని, సమానమైన పొడువుగల ముక్కలను వానినుండి కత్తిరించవలెను. ఆతరువాత ఆ ఆరుముక్కలను గుమ్మడిపండు ఆకారముగాచేర్చి, వానికొనలకూటములవద్ద ముల్లులు గ్రుచ్చవలెను; లేదా ఆకూటములను దారముతో కుట్టవలెను. ఇట్లు తయారుచేసిన గుమ్మటములో ఒక కొనలకూటమినుండి రెండవ కొనలకూటమిలోనికి పొడుచైన సన్నని ఊచ నొకదానిని గ్రుచ్చి పిమ్మట రెండు అరచేతులమధ్యనుండి ఊచను పెట్టి, అరచేతులను ముందుకును వెనుకకును రాచినచో, ఊచ భ్రమించును. అప్పుడు మొదట గోళరూపమందున్న గుమ్మటము, దాని అక్షమను భ్రమింపచేసినకొలదియు కొనలదిశగా అదుముడును పొందును. అక్షమును మనమెంత వేగముగా భ్రమింప చేయుదుమో గుమ్మటము కొనలదిశగా అంతయెక్కువ అదుముడును పొందును. దీనినిబట్టి దృఢముగానుండని ఒకవస్తువు భ్రమణగతికి లోనైనపుడు, భ్రమణాక్షదిశలో అది అదుముడును పొందుననియును, ఆవస్తువుయొక్క భ్రమణవేగపరిమాణమునకును భ్రమణఫలితముగా భ్రమణాక్షదిశలో అది పొందిన అదుముడునకును పరస్పరసంబంధ ముండుననియును మనకు వ్యక్తమగును.



ఈసత్యమును భూమివిషయములో మనము ప్రయోగించినచో భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నదుమబడియుండుటకు కారణము అది తనలోతాను తన అక్షముపై భ్రమించుటయే యని స్పష్టమగును. భూమివంటి ఒకమూర్తి ఎంత భ్రమణవేగమునుకలిగియున్న ఎంతవరకు అదుముడునుపొందునో గతిజశాస్త్రసూత్రములవలన కనుగొనవచ్చును. ఈతీకున సైన్ధాంతికముగా నరసిన ఫలితము ప్రత్యక్షముగా కొలుచుట చేత లభ్యమైన ఫలితముతో సమన్వయమును పొందినది. అందువలన భూమి భ్రమించుచున్నదనియు, భ్రమించుటచేతనే భూమ్యుత్తర దక్షిణములుగా నది అదుముడును పొందిన దనియును మనకు రూఢమగును.

## శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్

భ్రమణము

తేలపోలు. (కృష్ణాజ్ఞా.)

భూమి తనలోతాను తిరుగుచున్నదని సూచించుటకు సూక్ష్మమైన నిదర్శనము లనేకము లున్నవి. సూర్యుడును చంద్రుడును నభోమధ్యరేఖప్రాంతమందున్న నక్షత్రములును కూడ ప్రతిదినము తూర్పుదిక్కున ఉదయించి, ఆకాశమార్గమున పశ్చిమముఖముగా ప్రయాణముచేసి, పడమటిదిశను అర్థమించుచున్నట్లుగపడును. నభఉత్తరధ్రువప్రాంతమందలి నక్షత్రములుమాత్రము ఉత్తరధ్రువబిందువును (ఇంచుమించుగా ధ్రువనక్షత్రము) కేంద్రముగా చేసికొని, దానిచుట్టువృత్తాకారమార్గములలో ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును. ఆకాశములో ఏతావుననున్న నక్షత్రమునకైనను ఒకచుట్టు చుట్టివచ్చుటకు లేదా ఆకాశములో మొదట కని

పించినతావుననే తిరిగి రెండవసారి కనిపించుటకు సమముగా ఒకే పరిమాణముగల కాలము పట్టును. (సూర్యుడు మాత్రము ఆకాశములో కనిపించిన తావుననే తిరిగి కనిపించుటకు నక్షత్రములకంటె నాలుగు నిమిషముల కాలమును ఎక్కువ తీసికొనును) నక్షత్రములయం దీవిధమైన చలనము గోచరమగుటకు కారణమేమి? నక్షత్రములు భూమిచుట్టు తిరుగుటచేత నైనను వానియం దీచలనము మనకు గోచరింపవచ్చును ; లేదా నక్షత్రములు భూమినిబట్టి స్థిరముగనుండి, భూమి తనలో తాను తిరుగుటచేత నైనను నక్షత్రములయం దీచలనమున్నట్లు కనపడవచ్చును. ~

నక్షత్రము అన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు ; అన్నియును ఒకేదిశలోకూడ లేవు. అట్టిచో భూమికి దగ్గరగానున్నవి, దూరముగానున్నవి, ఒకదిశలోనున్నవి, వేరొకదిశలోనున్నవి, అన్ని నక్షత్రములుకూడ భూమిచుట్టు సమానకాలములో ఎట్లుతిరిగిరాగలుగుచున్నవి? అత్యధికసంఖ్యాకములైయున్న నక్షత్రములలో అన్నింటి భ్రమణకాలములును కూడ, ఈషణ్మాత్రమైనను వ్యత్యాసములేకుండ, సమముగా నుండుట యెట్లు సాధ్యమగుచున్నది? దీనినిబట్టి నక్షత్రములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు కనపడుట వాస్తవముగా నవి భూమిచుట్టును తిరుగుటచేతనేనా యని యనుమానము కలుగుటలో నాశ్చర్యములేదు.

నక్షత్రములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లుగపడుట అవి వాస్తవముగా భూమిచుట్టును తిరుగుటవలన



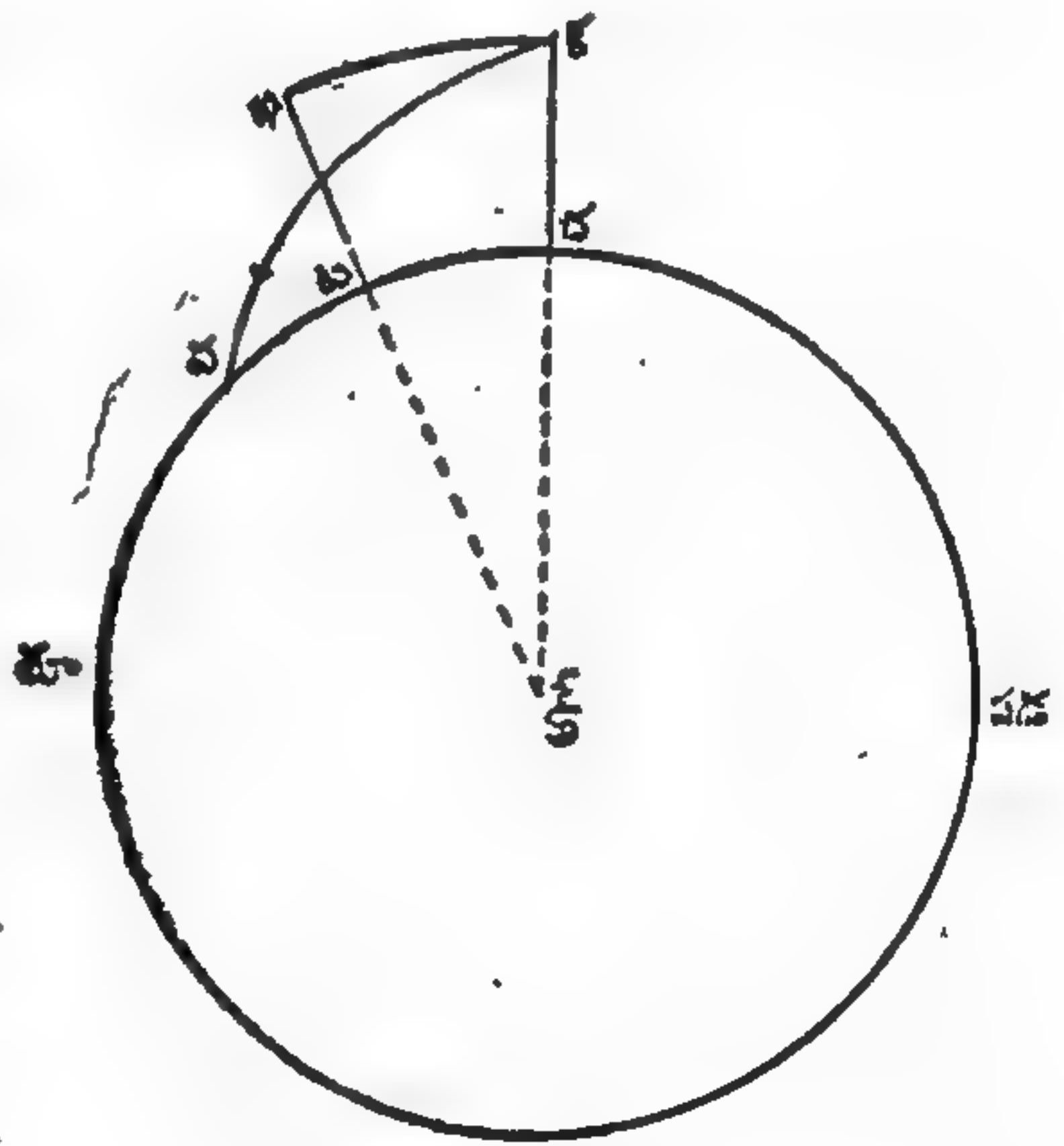
మాత్రము కాదు. భూమి తనలోతాను తిరుగుటచేతనే అవి యట్లు భూమిచుట్టును తిరుగుచున్నట్లు కనబడుచున్నవి. తీర్థములలో రంగులరాట్నమందు ఏనుగుమీదనో గుఱ్ఱముమీదనో లేదా ఊయలలోనో కూర్చుండి గిట్టినతిరుగుచు ప్రక్కకు చూచినచో, తీర్థమంతయు నతివేగముతో మనచుట్టు గిట్టిన తిరుగుచున్నటుల స్ఫురించును. కాని వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది మనముగాని తీర్థమంతయు గాదు. వడిగా పరుగిడుచున్న రైలులోనుండి రోడ్డుప్రక్కనున్న చెట్లవైపు చూచినచో ఆచెట్లు అతివేగముగా వెనుకకు పరుగిడుచున్నటుల కనపడును. కాని నిజముగా పరుగిడుచున్నది రైలే. అట్లే నౌకాశ్రయము (హార్బరు) నుండి సముద్రములోనికి పోవుచున్న ఓడనుండి ఒడ్డువైపునకు చూచినచో ఒడ్డుననున్న భవనములు అధికవేగముతో వెనుకకు పోవుచున్నటులను, ఓడమాత్రము సముద్రములో స్థిరముగా నున్నటులను తోచును. కాని స్థిరముగా నున్నవి ఒడ్డుననున్న భవనములేగాని ఓడమాత్రము కాదు ; అది అధికవేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్నది. ఈవిధముగనే వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది భూమియేయైనను భూమిపై నున్న మనకు నక్షత్రము లన్నియు సమానకాలములో భూమిచుట్టును భ్రమించుచున్నటుల కనిపించుచున్నవి. భూమి మీదనే యుండుటచేత భూభ్రమణమును మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేకపోవుచున్నాము.

భూభ్రమణమును ప్రత్యక్షముగా చూడవలెనన్నచో ఆకాశములో తగినంత యెత్తునకుగాని, లేదా చంద్రగోళము వంటి మరియొక ఖగోళమునకుగాని యేగవలెను. కాని అట్టివి

భూవాసులకింతలో సాధ్యమగునవికావు. కాబట్టి భూమిపై నుండియే పరోక్షవిధానములవలన భూభ్రమణమును మనము గ్రహించవలసియున్నది. ఇందుకుగాను పైని పేర్కొనిన రెండు నిదర్శనములునుగాక ఇంకను అనేక దృష్టాంతములు గలవు. ముఖ్యముగా నిర్ధారణాత్మకమైన వవియే.

భూమిపై ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి ఒక బెడ్డను క్రిందికి జారవిడిచినచో, ఆబెడ్డ నిట్టనిలువుగా పడక కొద్దిగా తూర్పుగా ప్రక్కకు వంగి భూమిపై పడును. ఈరీతిగా పైనుండి జార విడువబడిన బెడ్డ లంబదిశనుండి తూర్పుగా వంగిన పరిమాణము

ఆబెడ్డ జారవిడువబడిన ప్రదేశపు అక్షాంశమును బట్టియును ఆబెడ్డ యెత్తును బట్టియును ఉండును. 40 అక్షాంశమందు 328 అడుగుల యెత్తునుండి జారవిడువబడిన వస్తువు లంబదిశ నుండి తూర్పుదిక్కుగా పొందు విమార్గ గమనము 0.62 అంగుళములు. ఇంత తక్కువ పరిమాణముగల విమార్గగమనమును కొలుచుట కష్టమేగాని అసాధ్యము కాదు. భూమి



4 వ చిత్రము

క' అను ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి దిగువకు జారవిడువబడిన వస్తువు తూర్పుగా విమార్గగమనమునుపొంది ప వద్దభూమిపై పడును.



భ్రమించుచుండుటచేతను, దాని భ్రమణము పడమరనుండి తూర్పుగా జరుగుటచేతను ఈవిమార్గగమనము సంభవించుచున్నది.

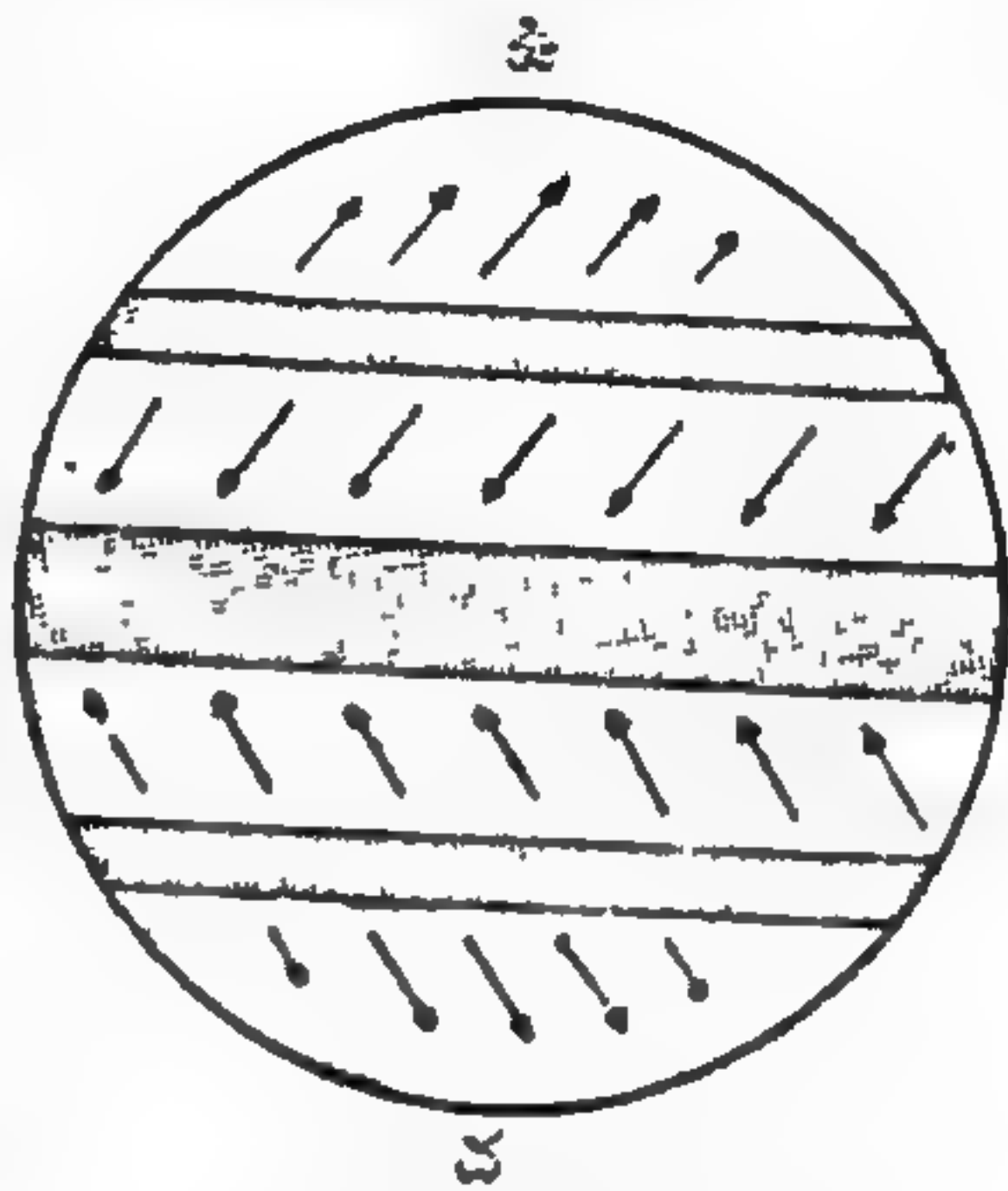
నభోమూర్తుల సంచలనములను నిశితముగా నవేక్షించుటవలనకూడ భూమి భ్రమించుచున్నదనువిషయము స్ఫురించును. బ్రహ్మాండమహానగరములో మనకు ప్రక్కయింటనున్న చంద్రుడు ఆత్మప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నాడు ; సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన కుజాదిగ్రహములును, తక్కువబాధిపతియైన సూర్యుడును కూడ భ్రమించుచున్నారు. అట్టిచో సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులలో నొకమూర్తియైన భూమికూడ భ్రమించుటలో నబ్బుర మేమున్నది !

భూమి భ్రమించుచున్నదని నిరూపించుటకు విశిష్టమైన మరియొక దృష్టాంతము వాయుచలనదిశలో కాననచ్చుమాన్పు.

భూతలమునం దన్నిప్రదేశములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు; అంతేగాక ఒకేప్రదేశమందైనను అన్ని కాలములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు. భూతలముపై ఒకప్రదేశమందలి వాయుప్రేషము (గాలియెత్తిడి) అక్కడి యెండవేడిమినిబట్టి యుండును. భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు ఎండవేడిమిలోను, తన్మూలముగ వాయుప్రేషములోను వ్యత్యాసము లేర్పడుచుండుటచేతనే గాలివీచుట కవకాశము కలుగుచున్నది. భూమిపై వాయుప్రేష మెక్కవగా గల ప్రదేశములను అధికప్రేషప్రదేశములనియును, వాయుప్రేషము తక్కువగాగల ప్రదేశములను అల్పప్రేషప్రదేశము

లనియును పేర్కొందురు. భూమిమీద వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వాయుప్రేషములలో హెచ్చువ్యత్యాస మేర్పడి

నపుడు అధికప్రేషప్రదేశములనుండి అల్పప్రేషప్రదేశములకు తీక్షణమైన గాలులు వీచును. ఇట్లు వీచుట యందు తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు ఉత్తరదిశగా అవి ప్రయాణము చేసినచో సవ్యముగను, ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు



5 వ చిత్రము  
గాలులు వీచు దిశలు.

దక్షిణదిశగా ప్రయాణముచేసినచో అపసవ్యముగను వంగును. దక్షిణార్ధగోళమందైనచో గాలివీచుదిశయందు మార్పు దీనికి వ్యతిరేక్తముగ జరుగును. ఇందులకు కారణము భూభ్రమణమే. భూభ్రమణము అపసవ్యదిశలో జరుగుచున్నదనికూడ దీనివలన మనకు విశదమగును.

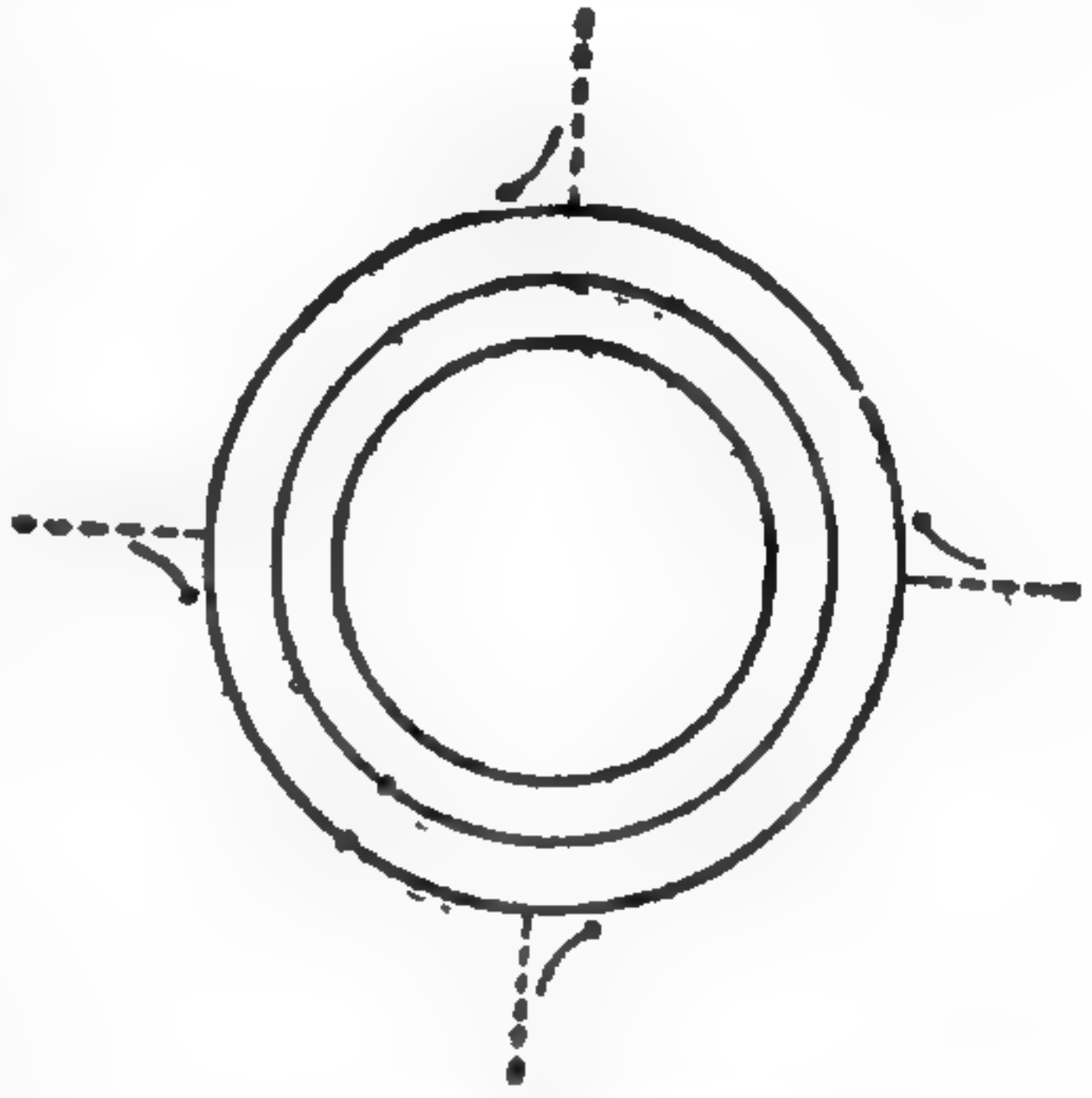
తుపానుగాలులువీచు దిశలలో ఉత్తరార్ధగోళమందును, దక్షిణార్ధగోళమందును వ్యత్యాసముండుటకూడ కారణము భూభ్రమణమే.

భూవాతావరణమును కొన్ని పౌరలుగానున్న ఆవరణగా మనము పరిగణింపవచ్చును. భూతలముయొక్క అధికతాప క్రమమువలనను, గాలియందలి నీరియావిరివలనను భూవాతావరణమందలి అడుగుపౌరలసాంగతత తమపైపౌరలలోని గాలి



సాంద్రతకంటె మిక్కిలి తక్కువయైనపుడు ఒకపరిమితప్రదేశమందున్న ఆతక్కువసాంద్రతగల వాయువులు తమపైపొరలలోని గాలిని నెట్టకొని ఊర్ధ్వముఖముగా ప్రయాణముచేయును. ఆవెంటనే ఆవిధముగా నేర్పడిన అల్పప్రేషప్రదేశములోనికి

ప్రక్కనున్నగాలి చొరుచుకొని వచ్చును. ఉత్తరార్ధగోళమందైనచో అల్పప్రేషప్రదేశకేంద్రము ననుసరించి తూర్పుదిశగా వంగి యీగాలి లోనికి నెట్టకొని వచ్చును. తత్ఫలితముగా అక్కడ అపసవ్యభ్రమణముగల గాలినుడి యేర్పడును. ఈసంఘటన దక్షిణార్ధగోళమందైనచో ఆనుడిభ్రమణము సవ్యముగా నుండును.



6 వ చిత్రము  
ఉత్తరార్ధగోళము తుపాను  
గాలులు అపసవ్యదిశగా వీచుట  
భూభ్రమణఫలితమే.

నభోమూర్తులతోగాని, వాయుచలనము మొదలైన సంఘటనలతోగాని నిమిత్తములేకుండ, ఒకగదిలో తలుపులు మూసికొని కూర్చుండియునుకూడ భూమిభ్రమించుచున్నదని తెలిసికొనుట కవకాశమున్నది.

గదిలో నడిమిదూలమునుండి గట్టితీగచేత బిగ్గిన వస్తువు నొకదానిని వ్రేలాడదీయుదము. ఇట్టి సంవిధానమును లోలకమనుపేరుతో శాస్త్రపరిభాషయందు పేర్కొందురని లోగడ గ్రహించితిమి. వాయుప్రవాహములులేకుండ తలుపు లన్నియును మూసియున్నగదిలో వ్రేలాడదీయబడియున్న అట్టి

లోలకమును కొద్దిగా ప్రక్కకులాగి నెమ్మదిగా వదలినచో అది ఒకేతలమున ప్రకంపించుట ప్రారంభించును. ఈలోలకముపై ప్రవర్తించుచున్న బలము మరియొకటి యేమియును లేనంత వరకు లోలకమెల్లప్పుడు అదేతలమున ప్రకంపించుచుండవలెనని గతినియమములు తెలియజేయుచున్నవి. కాని లోలకము మొదట ఏతలములో ప్రకంపించుట ప్రారంభించినదో ఆతలమునుసూచించు గీతనొకదానిని నేలమీదగీసి కొన్నిగంటల తరువాత చూచినచో, లోలక మాసమయమున ఆతలములో ప్రకంపించుటలేదని వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లోలకప్రకంపన తలములో మార్పునచ్చుటకు కారణమేమిటి? లోలకము యొక్క ప్రకంపనదిశలో విమార్గగమనమును కలుగజేయు బాహ్యబలమొకటి యున్న నేగాని ఇది సాధ్యముకాదుగదా! భూభ్రమణమువలననే ఆబాహ్యబలము సంభవించుచున్నది. మొట్టమొదటిసారిగా సీప్రయోగమును 1851లో ఫ్రెంచివిజ్ఞాని 'ఫోకో' చేసి భూభ్రమణమును నిరూపించుటచే నాచీనుండియు 'ఫోకో లోలకప్రయోగ' మనుపేర నిది బరగుచున్నది. లోలక ప్రకంపనతలము భ్రమించుదిశనుబట్టి భూమి తనలోతాను పడమరనుండి తూర్పునైపునకు భ్రమించుచున్నదనికూడ నిర్ణయింపవచ్చును.\*

\*లోలకము ఉత్తరార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము కుడినుండి ఎడమవైపునకును (తూర్పునుండి పడమరవైపునకును) దక్షిణార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము ఎడమవైపునుండి కుడివైపునకును భ్రమించును. ఈప్రయోగము ౫-వ అంశమున అక్షాంశము చేసినయెడల, ఒకగంట కాలములో లోలకప్రకంపనతలము భ్రమించు దూరము  $\frac{360}{24}$  - Sin  $\lambda$  ఉండును.



భూమి తన అక్షముపై తనలోలాను ఒకసారి తిరుగుటకు 23 గంటల 56 నిమిషములు పట్టును. భూమి గోళాకారమున నుండుటవలన భూతలముపై నన్నిప్రదేశములను భూమ్యాక్షము నుండి సమానదూరములో లేవు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములు భూమ్యాక్షమునకు బహుదూరములోనున్నవి ; వాని దూరము రమారమి 3963.3 మైళ్ళు. కాని ధ్రువములదగ్గరి ప్రదేశములు సరిగా అక్షముమీదనే యున్నవి. అందుచేత భూమధ్యరేఖమీది యొకప్రదేశము 23 గంటల 56 నిమిషముల కాలములో రమారమి 25,000 మైళ్ళు తిరుగగా ధ్రువముమీది యొకప్రదేశ మాకాలములో కొంచెముదూరమైనను తిరుగదని చెప్పవలెను. దీనినిబట్టి భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క భ్రమణవేగము ఆప్రదేశముయొక్క అక్షాంశమునుబట్టి యుండునని యును, భూమధ్యరేఖమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు సుమారు 3/10 మైళ్ళుండగా ధ్రువములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు '0' మైళ్ళుమాత్రమే యుండునని యును స్పష్టమగును. ధ్రువములకును భూమధ్యరేఖకును సమమనున్న అక్షాంశములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగములు ఈగతిస్థ, కనిష్ఠ వేగములకునడుమగల పరివరాణములను కలిగి యుండును.

భూమి ప్రకృతస్థితికివచ్చిననాటినుండియు దాని భ్రమణ కాలము స్థిరముగనే యున్నదా? లేదా మాధునోందు చున్నదా? విజ్ఞానాభిలాషుల కందరకు నీప్రశ్న యెప్పుడో ఒకప్పుడు తట్టకపోదు. అందుచే కాలమును కొలుచునట్టి నేటి

మనగడియారములన్నియును భూభ్రమణకాలము నాధారము చేసికొనియున్నవే కాబట్టి వాని సాహాయ్యముతో ఆవిషయమును గ్రహించుట సాధ్యముకాదు. కాని సూర్యచంద్రగ్రహణములందు గ్రహణముల పట్టివిడుపుల మధ్యకాలమునకును భూభ్రమణవేగమునకును అవినాభావసంబంధమున్నది కాబట్టి ఆకాలపరిశీలనమువలన భూభ్రమణకాలమందు మాపువచ్చినదో లేదో తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్టి యనుశీలనమువలన భూభ్రమణకాలము కొంచెము హెచ్చినదని వ్యక్తమైనది ; అనగా భూభ్రమణవేగము కొంచెముతగ్గినది. కాని యీవ్యత్యాసము అత్యల్పపరిమాణము గలదియని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. భూభ్రమణకాలములో నూరుసంవత్సరములకు  $\frac{1}{1000}$  సెకనులకంటె యెక్కువ పెరుగుదలలేదు. భూభ్రమణవేగములో వచ్చిన యీమాంద్యమునకు కారణము సముద్రపు పాటుపోట్లే. పాటుపోటుల సమయములో సముద్రములందలి జలమును అటునిటు జంకకుండ తమఆకర్షణబలములచేత సూర్యచంద్రులు లాగిపట్టుకొందురు. కాని ఆసమయమందుకూడ భూమి అధికవేగముతో భ్రమించుచునే యుండును. అందుచేత సముద్రగర్భమందలి ఎగుడుదిగుడు ప్రదేశములు తమమీది జలముతో కొంతఘర్షణను పొందును. ఈవిధముగా పాటుపోటులు అధికవేగముతో భ్రమించుచున్న భూమిపై ఒక 'బ్రేక్' వలె పనిచేసి దానిభ్రమణవేగములో మాంద్యమును కలుగజేయుచున్నవి.



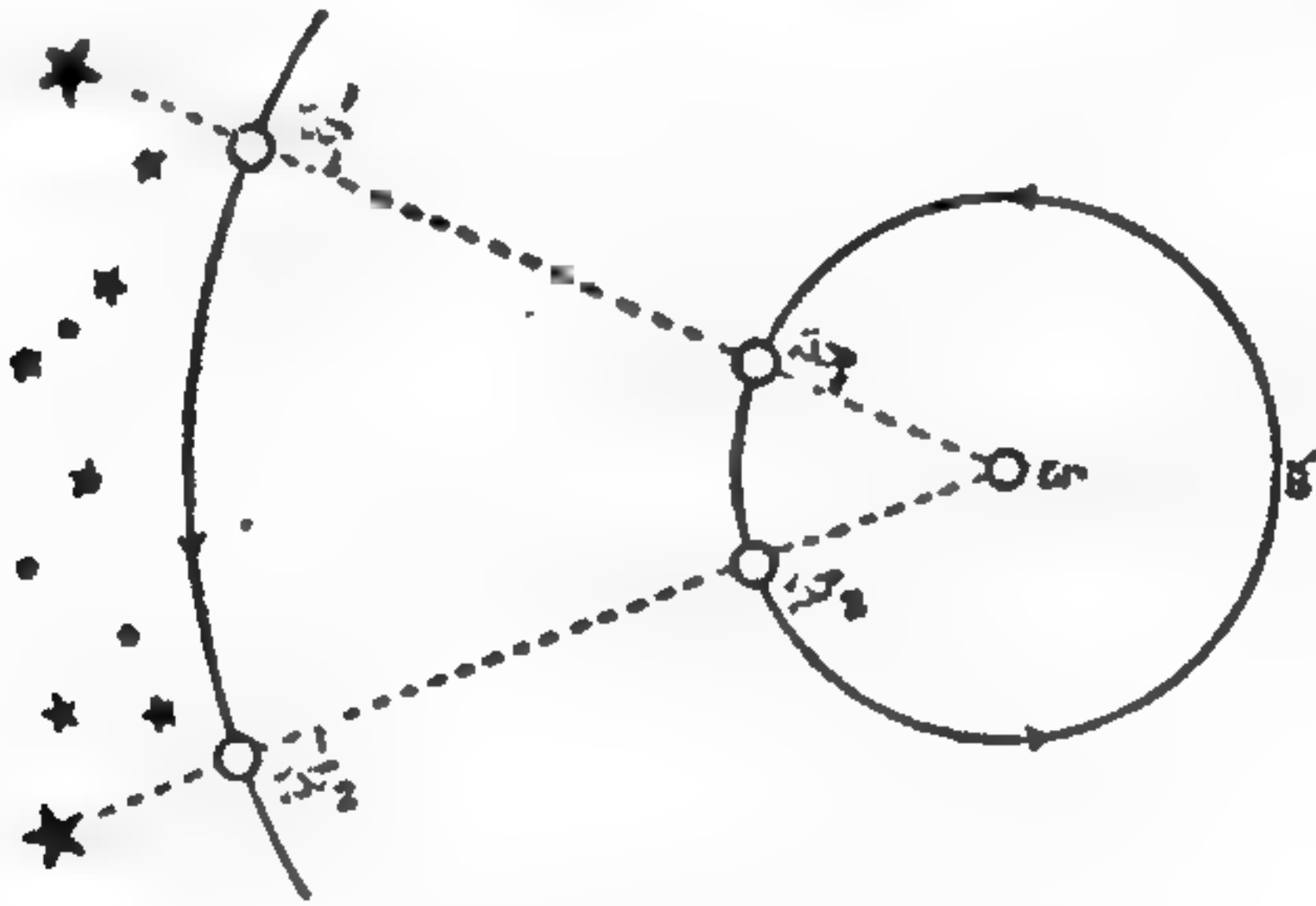
## పరిభ్రమణము

సూర్యుడు, నక్షత్రములు మున్నగు నభోమూర్తులు నిత్యము తూర్పున ఉదయించి పడమట నస్తమించుటకు కారణము భూమి తనఅక్షముపై భ్రమించుటయే యని పైపుటలలో గ్రహించితిమి. ప్రతిదినము తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేయుచున్నట్లు నక్షత్రములగపడినను వానిసాపేక్షస్థానములం దెట్టిమార్పును రాదని నక్షత్రములను జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో మనకు వ్యక్తమగును. కాని నక్షత్రములతో సూర్యనిష్ఠానమును అనుదినము పోల్చినయెడల నొకముఖ్య విషయము నెల్లడియగును. నక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము సుమారొక అంశమేర తూర్పుదిశగా జరిగినట్లు సూర్యుడు ప్రత్యక్షమగుటయే ఆముఖ్యవిషయము. సాధారణముగా ఆగష్టు 16 వ తేదీని మఖానక్షత్రమున్నతావున ఆకాశమందున్న సూర్యుడు క్రమముగా తూర్పుదిశగా జరిగి అక్టోబరు 31 వ తేదీకి హస్తానక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశములో నున్నట్లు కనపడును. ఈరీతిగా సూర్యుడు సంవత్సరమంతయు తూర్పుదిశగా ప్రయాణముచేసి  $365\frac{1}{4}$  రోజులతరువాత ఆ  $365\frac{1}{4}$  రోజులకు పూర్వము ఆకాశమం దేతావున కనపడినాడో తిరిగి ఆతావుననే ప్రత్యక్షమగును. సూర్యుని కీవిధమైన సాంవత్సరిక చలన ముందుటకు హేతువేమిటి ?

సూర్యుని సాంవత్సరికచలనమును రెండురకములుగా మనము విశదీకరింపవచ్చును. ఒకటి : సూర్యుడు భూమిచుట్టు ఒకసంవత్సరకాలములో తిరిగివచ్చుటచేత సూర్యునకు సాంవత్స

రికచలనము కలుగుచున్నదనుట ; రెండు : వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నను, సూర్యుడే తిరుగుచున్నట్లగపడుచున్నాడనుట.

భూమిచుట్టు సూర్యుడు తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరికచలనము కలుగుచున్నదని మనము భావించినచో సూర్యుని సాంవత్సరికచలనము నీరీతిగా విశదీకరింపవచ్చును. 7 వ చిత్రములో భూ- అను బిందువు స్థిరముగనున్న భూమిని సూచించుచున్నదనుకొందము. సూ<sub>1</sub> సూ<sub>2</sub> క అనురేఖ భూమిచుట్టు సూర్యునిసూర్యార్థమును సీరూపించుచున్నదనికూడ భావితము. సూర్యుడు తనమార్గమందు సూ<sub>1</sub> అను తావున



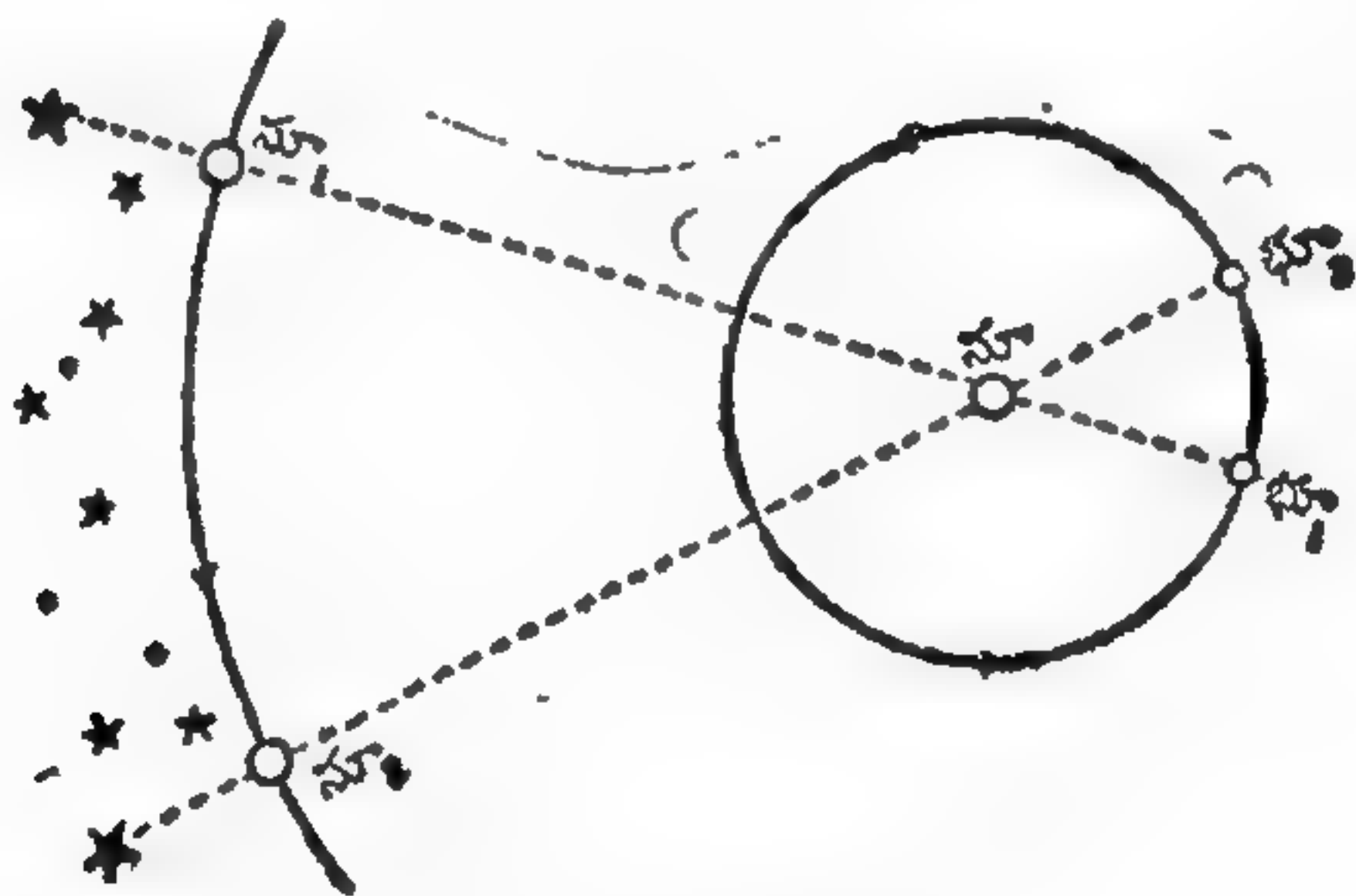
7 వ చిత్రము

నున్నచో ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ<sub>1</sub> అనుతావున నున్నట్లాయన కనిపించును. సూర్యుడు తనమార్గములో సూ<sub>2</sub> అను బిందువు నొద్దకు ప్రయాణము చేసినపుడు ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ<sub>2</sub> అను తావుననున్నట్లాయన అగపడును. ఈరీతిగా నక్షత్రములనడుమ ఆకాశములో సూర్యు



డొనరించుచున్న దృశ్యసాంవత్సరిక ప్రయాణమును మనము విశదీకరింపవచ్చును.

ఇక సూర్యునిచుట్టును భూమి తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరికచలనమున్నట్లభివ్యక్తమగుచున్నదని నిరూపించుటకూడ కష్టముకాదు. 8 వ చిత్రములో సూ<sub>1</sub> అను బిందువు స్థిరముగానున్న సూర్యుని సూచించుచున్న దనుకొందము. సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణముచేయుచున్న భూమి భూ<sub>1</sub> అను స్థానముననున్నపుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ<sub>2</sub> అను తావున నున్నట్లగపడును. భూమి తనమార్గము వెంబడి ముందుకు ప్రయాణముచేసి భూ<sub>2</sub> అను స్థానమును



8 వ చిత్రము

చేరుకొనినపుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ<sub>2</sub> అను బిందువు నొద్దకు జరిగినట్లు తోచును.

ఈరీతిగా స్థిరముగానున్న భూమిచుట్టు సూర్యుడుతిరుగుచున్నాడని ఊహించుటచేతనైనను లేదా స్థిరముగానున్న సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని భావించుటచేతనైనను కూడ సూర్యుని సాంవత్సరికచలనమును విశదీకరింపవచ్చును.

అందుచేత ఈప్రమేయములలో ఏది సరియైనదో నిర్ణయించుటకు గాను ఇతరనిదర్శనముల సాహాయ్యము కావలెను. అందుకు గాను గతిజసూత్రములు, తేజోఽపాయనము, నక్షత్రముల లంబనము , నర్ణమాలారేఖలస్థానభ్రష్టత్వము మున్నగు అనేక సంఘటనలు మనకు తోడ్పడును. ఈనిదర్శనములవలన భూమి చుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటయే వాస్తవమని స్పష్టమైనది.

ఇట్లు సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటను భూపరిభ్రమణమందురు. పైనిపేర్కొనిన నిదర్శనములు భూపరిభ్రమణము నేరీతిగ రూఢమొనర్చుచున్నవో స్థూలముగ పరిశీలింతము.

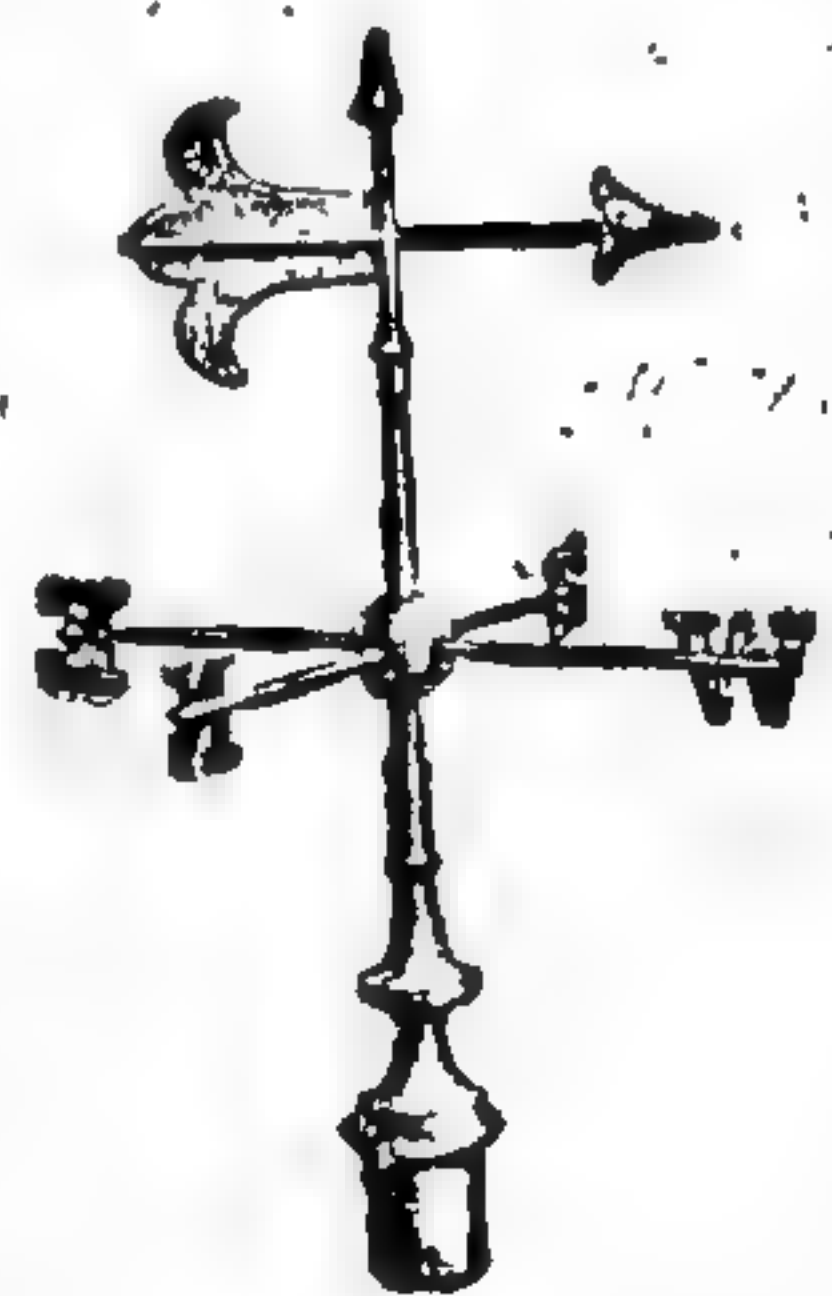
గతిజసూత్రనిధానము : పరస్పరాకర్షణబలమునకు లోనైన రెండు వస్తువులు తమ సామాన్యగరిమనాభిని కేంద్రముగా నొనర్చుకొని పరిభ్రమించునని గతిజసూత్రములు స్పష్టపరచును. భూసూర్యగోళములు రెండును ఒకదానిపై నొకటి ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేసికొనుచున్నవే. అందుచే నా రెండుగోళములను వాని సామాన్యగరిమనాభిచుట్టును తిరుగుచుండవలెననుట నిస్సందేహము. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశి కంటె సుమారు 3,31,000 రెట్లుధికమగుట చేత భూసూర్యుల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళ కేంద్రమునకు చేరువగనుండును. సూర్యకుటుంబములో భూసూర్యగోళములను రెండింటినిమాత్రమే దృష్టిలో నిడుకొని గావించిన లెక్కలవలన భూసూర్యగోళముల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళ కేంద్రమునకు రమారమి 300 మైళ్ళ లోపున నేయున్నదనియును, భూగోళ కేంద్రమునకు తొమ్మిదికోట్లమైళ్ళకంటె ఎక్కువదూర



ములో నున్నదనియును స్పష్టమైనది. కాబట్టి యీసామాన్య గరిమనాభిచుట్టు చాల చిన్నకక్ష్యలో సూర్యుడు, మిక్కిలి పెద్దకక్ష్యలో భూమియును పరిభ్రమించుచుండవలెను. కాని యీ సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళమునకు (సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు) లోపలనే యున్నదికాబట్టి భూసూర్యుల జంటలో సూర్యుడు స్థిరముగా నున్నాడనియును, సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగుచున్నదనియును పరిగణింపవచ్చును.

తేజోఽపాయనము : భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని సూచించుటకు కొన్ని దృక్సంఘటనలుకూడ తోడ్పడును. అందులో నొకటి తేజోఽపాయనము.

గాలి యేదిక్కుగా వీచుచున్నదో సూచించుపరికరమును కొందరు విలాసార్థము పడవముందుభాగమున బిగించుచుండురు. ఈపరికరమునందు నాలుగుదిక్కులను సూచించు సూచికలు ఒకఊచకు స్థిరముగా బిగింపబడియుండును. ఊచను అక్షముగా నొనర్చుకొని యధేచ్ఛముగాభ్రమించు మరియొక సూచిక ఊచకొనయందుండును. ఈసూచిక గాలివీచుదిశకు అనుగుణముగాభ్రమింపగలుగుటచేత సూచికదిశనుబట్టి గాలివీచుదిశను కనుగొనవచ్చును. పడవ ముందు భాగమందున్న గాలివీచుదిశను సూచించు పరికరమును, పడవనడుచుచున్న సమయములో జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో మన సూచించు పరికరము



9 వ చిత్రము

గాలివీచు దిశను

సూచించు పరికరము

కొక వింతవిషయము అనుభూతమగును. గాలివీచుదిశలో ఎట్టి మార్పు లేకపోయినను పడవలంగరువేయబడి స్థిరముగానున్న పుడు ఆపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును, పడవప్రయాణముచేయుచున్నపు డాపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును కొంతవ్యత్యాస మగపడును. పడవవేగమధికమైన కొలదియు నీవ్యత్యాసముకూడ అధికమగును. హెచ్చువేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్న పడవను హఠాత్తుగా ఆపివేసినచో పడవ లంగరువేయబడియున్నపుడు పరికరము చూపించు గాలివీచుదిశనే తిరిగి అప్పుడు పరికరము చూపించును. దీనిని బట్టి చలనస్థితియందున్న ఒకవస్తువునుండి చలనస్థితియందున్న మరియొక వస్తువును పరిశీలించినపుడు పరిశీలితవస్తుచలనదిశలో మార్పువచ్చినట్లు కనపడునని మనకు వ్యక్తమగును.

ఇదే విషయమును మనకు తరచు అనుభూతమగు నొక సంఘటన సాహాయ్యమున వివరింపవచ్చును. ఒకరోజున వర్షము కురియుచున్నదనుకొందము. అప్పుడు గాలి యెక్కువగా వీచుటలేదనికూడ ఊహింతము. ఇట్టి సన్నివేశము అపూర్వమైనదేమియును కాదు. తరచుగా నట్టి వర్షమును మనమందరము పరికించియే యుందుము. గాలిలేకపోవుటచేత వానచినుకులు నిట్టినిలువుగాపడునని వేరేచెప్పినక్కరలేదు. ఆసమయములో గొడుగువేసికొని వానలో నిలుబడినామనుకొందము. వాన నిట్టినిలువుగా పడుచున్నది కాబట్టి వానకు తిరిగియకుండ నుండవలెనన్నచో గొడుగును తలపైని నిట్టినిలువుగా పట్టుకొనవలెను. కాని వానలో ముందుకు నడుచుచున్నప్పుడు గొడుగు



నదేరికిగా నిట్టనిలువుగా తలపై పట్టుకొన్నచో లాభములేదు ; వానచినుకులు మనముందునుండి యేటవాలుగావచ్చి మనలను తడిపివేయును. కాబట్టి వర్షము నిట్టనిలువుగానే పడుచున్నను ఆవర్షములో నడుచుచున్నపుడు తడిసిపోకుండ నుండవలె నన్నచో గొడుగును కొంచెము ముందుకు వంచి పట్టుకొనవలెను. వానలో మనగమనవేగము ఎక్కువైనకొలదియు వర్షములో మనము తడిసిపోకుండనుండుటకుగాను గొడుగును ముందుకు వంచవలసిన పరిమాణము ఇంకను ఎక్కువచేయుట అవసరమగును. ఈవిధముగా గాలివీచుదిశలో మార్పువచ్చి నట్లు కనబడుటకు కారణము మన గమనమే.

ఇట్లు అవేక్షక అవేక్షితవస్తువుల వేగఫలితముగా అవేక్షితవస్తుగమనదిశయందు గోచరమగుమార్పును 'అపాయనము' అందురు. ఈ అపాయనసంఘటనను సక్షత్రములకు వర్తింపజేసి ఫలితముల నరయుదము.

ఒకసక్షత్రమునుండి బయలుదేరినకాంతి అంతరాళమున ప్రయాణముచేసి కంటిని చేరుకొనుటవలననే మనమానక్షత్రమును చూడగలుగుచున్నాము. సక్షత్రములను జాగ్రత్తగా ఒకసంవత్సరకాలము పరీక్షించినచో- వక్రీభవనము, లంబనము మున్నగు సంఘటనలవలన వానిదిశలోవచ్చుమార్పులకు తగు సవరణలను గావించెననుకూడ- అవి స్థిరముగ లేనట్లు గోచరించును. క్రాంతివృత్తతలమందున్న సక్షత్రమైన 41 సెకనుల పొడుపుగల సరళరేఖామార్గమును, క్రాంతివృత్తధ్రువమునందున్న సక్షత్రమైన 41 సెకనుల వ్యాసముగల వృత్తాకార

కక్ష్యను, క్రాంతివృత్తతలమునకును క్రాంతివృత్తధ్రువమునకును నడుమనున్న నక్షత్రమైన 41 సెకనులు అధికాక్షముగల దీర్ఘ వృత్తమును ఒకసంవత్సరకాలములో చుట్టినట్లులు కనపడును. ఈరీతిగా నక్షత్రములస్థానమందు మార్పు కానవచ్చుటకు కారణమేమి ? భూమిస్థిరముగానున్నచో నక్షత్రములందొట్టి చలనము గోచరమగుటకు వీలులేదు. అందుచేత పైని పేర్కొనిన ఉదాహరణముల సారూప్యమునుబట్టి గాలివీచుచున్న దిశయందును, వానచినుకులు పడుచున్న దిశయందును నిజముగా నెట్టిమార్పును లేకపోయినను నడచుచున్న పడవనుండి చూచినపుడు గాలి వీచుదిశయందును, నడచుచున్న మానవుడు పరిశీలించినపుడు వానచినుకుల పతనదిశయందును ఎటులమార్పు అభివ్యక్తమైనదో అటులనే ముందుకు పరుగిడుచున్న భూమినుండి నక్షత్రములను అవేక్షించుటచేత వానిదిశలో మార్పుకనబడుచున్నది. ఈమార్పు అపాయనమువలన జనించినదే. ఈరీతిగా అపాయన సంఘటన సాహాయ్యమున సూర్యునిచుట్టును భూమియేతిరుగుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబనము : భూపరిభ్రమణమును నిరూపించుటకు మరియొక గొప్పనిదర్శనము నక్షత్రముల లంబనము. ఎడమకంటిని మూసికొని కుడికంటిలో ఎదురుగానున్న దీపమునో, చెట్టునో చూచినచో అదియొక నిర్దిష్టమైనదిశలో మనకగపడును. ఆదిశను సూచించుటకుగాను కుడికంటికిని ఆవస్తువునకును నడుమ సమముగా ఆవస్తుదిశలో చేర్చివేలినో, నన్నని చీపురుపుల్లనో గుర్తుగా పెట్టుము. పిమ్మట కుడికంటిని మూసికొని ఎడమ



కంటితో ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువు, చేత్రివేలు లేదా చీపురుపుల్ల, ఎడమకన్ను ఒకదిశలో నుండవు ; ఎడమనైపునకు స్థానభ్రష్టత్వమునొందిన ట్లావస్తువు మనకగపడును. ఈరీతిని అవేక్షకుని స్థానమునందు వచ్చిన మార్పుఫలితముగా అవేక్షిత వస్తు స్థానమునందు వచ్చిన ట్లగపడు మార్పునకు 'లంబనము' అనిపేరు. కాబట్టి భూమిమీదనుండి పరిశీలించుచున్నపుడు సంవత్సరమందు వేర్వేరు సమయములలో భిన్నదిశలలో ఒక నక్షత్రము కనబడినయెడల భూమి పరిభ్రమించుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబనఫలితముగా సంభవించిన స్థానభ్రష్టత్వమును 500 నక్షత్రముల విషయములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. లంబనమువలన ఒకనక్షత్రదిశలో వచ్చెడి మార్పుపరిమాణము భూమికిని ఆనక్షత్రమునకును గల దూరమునుబట్టికూడ నుండును. నక్షత్రము భూమికిదగ్గరగానున్నచో ఎక్కువ లంబనమును దూరముగ నున్నచో తక్కువలంబనమును కలిగియుండును. కాబట్టి అపాయనమువలన నక్షత్రములదిశలలో వచ్చెడిమార్పు అన్ని నక్షత్రములకును ఒకేపరిమాణమును కలిగియుండగా, లంబనమువలన కలిగిన ఆమార్పు నక్షత్రములదూరములనుబట్టి యుండును.

భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నదని నిరూపించు నిదర్శనములింకను అనేకములున్నవి. వానిలో హెచ్చునిర్ధారణాత్మకమైన మరియొక నిద

ర్శనము నక్షత్రముల వర్ణమాతా రేఖలయందు కానవచ్చు స్థానభంశము.

కక్ష్య

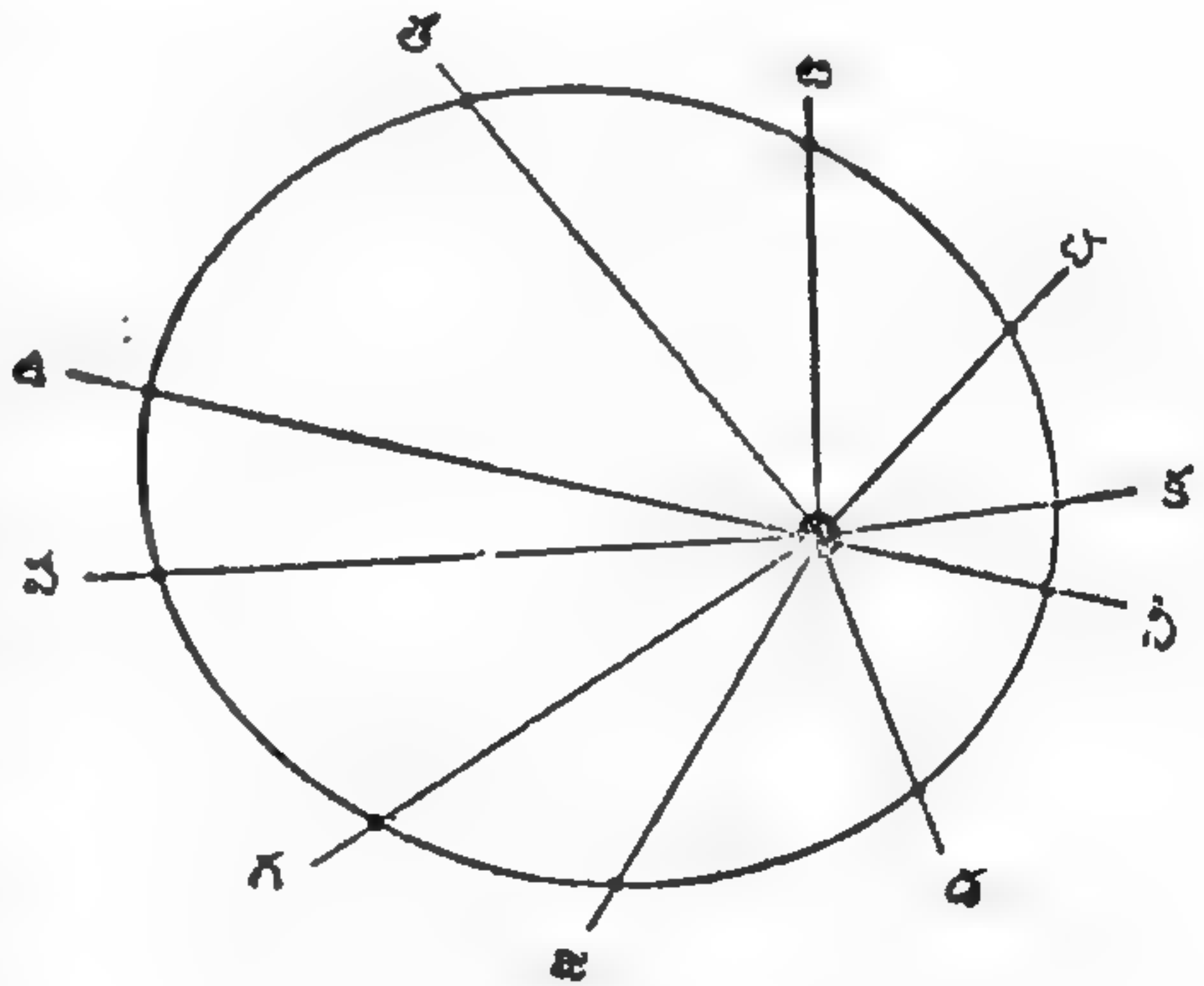
సూర్యుడు భూమిచుట్టునుగాక భూమియే సూర్యుని చుట్టును తిరుగుచున్నదని నిర్ధారణయైన పిమ్మట దాని మార్గమేయాకారమును కలిగియున్నదను ప్రశ్న వెంటనే ఉదయించును. ఒకనభోమూర్తి వేరొకనభోమూర్తి చుట్టును తిరుగుచున్న మార్గమును 'కక్ష్య' యను సాంకేతికనామముతో సాధారణముగా వ్యవహరింతురు.

సూర్యుని కేంద్రముగా జేసికొని వృత్తాకారకక్ష్యయందు భూమితిరుగుచున్నదని మనము భావించినచో భూసూర్యులమధ్య దూరమం దెన్నడును మార్పురాదు. కాబట్టి మనకగపడుచున్న సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరము పొడుగునను ఒకేరీతిగా నుండవలెను. కాని ప్రత్యక్ష అవేక్షణలవలన సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరముపొడుగునను మార్పునొందుచున్నట్లే కనపడును. భూమినుండి కొలిచినపుడు సూర్యబింబ వ్యాసము జనవరి 31 వ తేదీ ప్రాంతమున 32' 35" లును, జూలై 4 వ తేదీ ప్రాంతమున 31' 32" లును ఉన్నటుల వ్యక్తమగును. ఈరెండువిలువలును సూర్యుని దృశ్యవ్యాసపు గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములను తెలియజేయును. ఒకవస్తువు దగ్గరగనున్నపుడు పెద్దదిగను, దూరముగ నున్నపుడు చిన్నదిగను కనబడుట స్వాభావికము. కాబట్టి సూర్యుడు జనవరి నెలలో భూమికి చాల చేరువగను, జూలై నెలలో మిక్కిలి దూరముగను నున్నటుల దీనివలన మనకు తెల్లమగును.



సూర్యగోళవ్యాసమును మైఖ్య, గజములు అనగా  
దైర్ఘ్యమానములతోగాక డిగ్రీలు, నిమిషములు, సెకనులతో  
అనగా కోణీయమానములతో తెలియజేసినయెడల, ఆవ్యాస  
మును కోణీయవ్యాసమని యందును. ఏసమయముననైనను  
భూమినుండి సూర్యునిదూరము సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాస  
మునకు విలోమనిష్పత్తిలో నుండును. కాబట్టి వేర్వేరు దినము  
లలోని సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసములనుబట్టి సంవత్సరమం  
దాయాదినములలో భూమినుండి సూర్యుని సాపేక్షదూరము  
లను కనుగొనవచ్చును. భూమినుండి చూచినపుడు నక్షత్ర  
ములనుబట్టి సూర్యు డేదినమున ఆకాశమం దేదిశలో కనిపిం  
చునో నిత్యము కనుగొని ఆనాటి భూసూర్యులసాపేక్షదూరము  
యొక్కసాహాయ్యమున ఆదినమున సూర్యుని స్థానమును నిరూ  
పించు బిందువునొక

దానిని బడయవచ్చు  
ను. ఆరీతిగనే సంవ  
త్సరము పొడువునను  
గావించిన ఫలితము  
లను ఒకచిత్రరూప  
మున మనము నిరూ  
పించినచో ఆకాశ  
ములోసూర్యునిదృశ్య  
కక్ష్యయును ఆకక్ష్యకు



10 వ చిత్రము

నడుమ భూమియును 10 వ చిత్రములోవలె మనకు ప్రత్యక్ష  
మగును. కాని నిజముగా భూమిచుట్టును సూర్యుడుగాక

సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నది కాబట్టి సూర్యుని దృశ్యకక్ష్య భూకక్ష్య యనియు, ఆకక్ష్యనడుమ భూమిస్థానము వాస్తవముగా సూర్యుని స్థానమనియును మనకు వ్యక్తమగును.

ఈవిధముగా గానించిన అవేక్షణలవలన భూకక్ష్య దీర్ఘ వృత్తాకారముగ నున్నదనియు, ఆదీర్ఘవృత్తపు రెండునాభుల లోను ఒకదానియందు సూర్యుడున్నాడనియు స్పష్టమైనది. దీర్ఘవృత్తకేంద్రమునుండి 15,00,000 మైళ్ళదూరము ఒకవైపు నకు జరిగి సూర్యుడున్నాడు.

అయితే, ఇక్కడొక్కవిషయమును పేర్కొనవలసి యున్నది. భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమనగా భూచంద్రయుగళము యొక్క గరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రము నొక నాభిగా గలిగి యున్న దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదని వివరింప వలెను. భూచంద్రయుగళపు గరిమనాభి భూకేంద్రమునకు రమారమి 3000 మైళ్ళ దూరముననున్నది. భూకేంద్రమున కును సూర్యకేంద్రమునకునుగల దూరముతోపోల్చినపుడు ఈ 3000 మైళ్ళ దూరము అంతగా లెక్కలోనికిరాదు. అందుచేత భూమి, అనగా భూకేంద్రము, సూర్యునిచుట్టును, అనగా సూర్యగోళకేంద్రముచుట్టును దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యయందు పరిభ్రమించుచున్నదని స్థూలముగా వచింపవచ్చును.

భూకక్ష్యదీర్ఘవృత్తమగుటచేతను, సూర్యుడు ఆదీర్ఘవృత్త కేంద్రమువద్దగాక నాభిదగ్గర ఉండుటవలనను భూసూర్యులనడిమి దూరములో మారుచుచున్నది. భూమి సూర్యునకు చాల చేరువగ నున్నపుడు భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,14,00,000



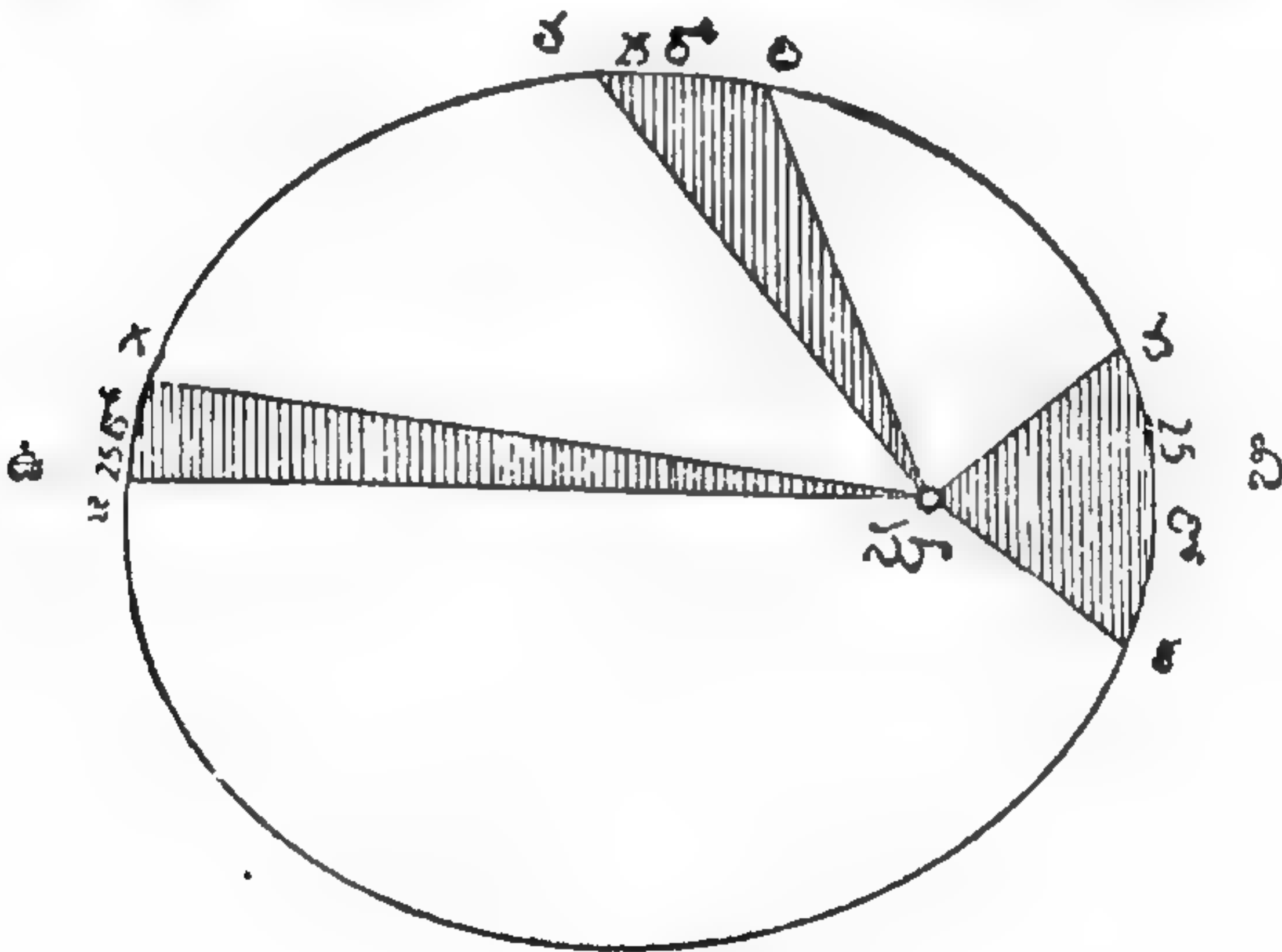
మైళ్ళుండును ; భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగనున్నపు డాదూరము 9,46,00,000 మైళ్ళు. ఈ కనిష్ఠ గరిష్ఠ దూరములనడుమ సంవత్సరముపొడుగునను భూసూర్యుల నడిమి దూరము మారుచుండును. భూమి తనకక్ష్యయందు తిరుగుచు సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగనున్నపుడు నీచస్థానమందున్నదనియును, మిక్కిలిదూరముగనున్నపుడు ఉచ్చస్థానమందున్నదనియును వచింతురు. భూమి నీచస్థానమందు జనవరి 31 వ తేదీన ఉచ్చస్థానమందు జూలై 4 వ తేదీని యుండును.

భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమే యైనను అదియెక్కువగా సాగి లేదు. దీనినే శాస్త్రపరిభాషలో ఎక్కువవికేంద్రమై యుండ లేదని పేర్కొందురు. భూకక్ష్య వికేంద్రత 0.0167 మాత్రమే. ఒకదీర్ఘవృత్తముయొక్క వికేంద్రత ఎంతయెక్కువైన, అంటే దాని వికేంద్రత పరిమాణము '1' కి ఎంత సన్నిహితమైన, అదిఅంతయెక్కువగా సాగియుండును ; ఎంతతక్కువైన, అంటే దాని వికేంద్రత పరిమాణము '0' కు ఎంత చేరువగ నున్న అది అంత హెచ్చుగా వృత్తమును సోలియుండును. భూకక్ష్య వికేంద్రత చాల తక్కువ. కాబట్టి 'స్కైలు'కు సరిగా భూకక్ష్యను గీసినచో, వట్టికంటితో చూచి ఆకక్ష్య వృత్తమో దీర్ఘవృత్తమో చెప్పట కష్టమగును. వృత్తమునకు మిక్కిలి సన్నిహితముగా నదియుండుటయే అందుకు హేతువు.

## పరిభ్రమణవేగము

సూర్యునిచుట్టు భూమి తనకక్ష్యలో సమవేగముతో పరిభ్రమించుటలేదు. ఒకమూర్తి ఒకసెకనుకాలములో తిరుగునట్టి

దూరమునకు ఆమూర్తియొక్క వేగమనిపేరు. ఆమూర్తి తనకక్ష్యలో సమానకాలములలో సమానదూరములను తిరిగిన అది సమవేగమును కలిగియున్నదందురు. భూమి సూర్యుని చుట్టును సమవేగముతో పరిభ్రమించుటలేదు. కాని భూసూర్యులను కలుపునట్టి సరళరేఖ సమానకాలములలో సమాననైశాల్యములను చుట్టునట్లుగా భూమి తనకక్ష్యలో తిరుగుచున్నది. 11 వ చిత్రమునుబట్టి మన కావిషయము విశదమగును. భూకక్ష్యను సూచించు ఆచిత్రములో నీ- భూమియొక్క నీచస్థానమును, ఊ- భూమియొక్క ఉచ్చస్థానమును అనుకొందము.



11 వ చిత్రము

నీచస్థానసమీపమందున్నపుడు భూమి 25 దినముల కాలములో కనుండి చయొద్దకు ప్రయాణముచేసినచో ఉచ్చస్థానసమీపమందున్నపుడా 25 దినముల కాలములో నది గనుండి జకు మాత్రమే ప్రయాణము చేయును. భూసూర్యులను కలుపునట్టి



రేఖ సూకచ, సూగజ అను వైశాల్యములను సమాన కాలములందే చుట్టినదికాబట్టి ఆవైశాల్యములు సమానములు. భూమి నీచస్థానమందున్నప్పటి భూసూర్యులనడిమి దూరము (సూనీ) కంటె భూమి ఉచ్చయందున్నప్పటి భూసూర్యులనడిమి దూరము (సూఉ) ఎక్కువకాబట్టి కచ అను దూరము గజ అను దూరముకంటె హెచ్చు. కాని యీ దూరములను సమానపరిమాణముగల కాలములలో భూమి చుట్టినది కాబట్టి నీచయం దున్నపుడు భూపరిభ్రమణవేగము మిక్కిలి హెచ్చుగను, ఉచ్చయందున్నపుడు భూపరిభ్రమణ వేగము మిక్కిలితక్కువగను ఉండుననియును, ఈ గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములు గల పరిభ్రమణవేగముల నడుమ భూపరిభ్రమణ వేగము మారుచుండుననియును మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి సూర్యునిచుట్టును ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భూకక్ష్యపొడుపును భాగింపగా భూమి సరాసరి వేగమువచ్చును. లేదా భూకక్ష్యవృత్తాకారముననున్నదని భావించి లెక్కగట్టినచో ఈవిషయమింకను సులభముగ తేలును. భూసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరమును  $2 \times 3.1416$  చేత గుణించి వచ్చినలబ్ధమును భూమి సూర్యుని చుట్టు ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భాగించినచో భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము ఇంచుమించుగావచ్చును. ఈరీతిగా లెక్కగట్టవలన భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనుకు 18.5 మైళ్ళు వ్యక్తమైనది. అంటే భూమి సూర్యునిచుట్టు నిమిషమునకు రమారమి 1100

మైళ్ళు, గంటకు 66,000 మైళ్ళు వేగముతో పరిభ్రమించుచున్నది. గంటకు 30 మైళ్ళు వేగముతో పరుగిడుచున్న మన రైళ్ళు వేగముకంటె ఇది సుమారు 2000 రెట్లు హెచ్చు; గంటకు 200 మైళ్ళు వేగముతో పయనించుచున్న విమానముల వేగముకంటె ఇది రమారమి 300 రెట్లు అధికము. ఇంత అత్యధిక వేగముతో ఎక్కడ రెప్పపాటు కాలముకూడ ఎన్నడు ఆగకుండ అవిచ్ఛిన్నముగ భూమి ప్రయాణముచేయుచున్నది. అయినను ఈ పయనపుజాడ యిసుమంతయు మనకు పొడగట్టుటలేదు.

భూమి సూర్యునిచుట్టు నొకసారి తిరిగి వచ్చుటకు 365.256 దినములు పట్టెను. ఈ కాలమునకు ఒక సౌర సంవత్సరమని పేరు.

### ప. రి భ్ర మ ణ కౌ ర ణ ము

భూమి సూర్యునిచుట్టును నియమిత దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో అత్యధిక వేగముతో ఏల పరిభ్రమించుచున్నది? ఇది యొక పెద్ద ప్రశ్న!

మనము బెడ్డను పైకి విసరినపుడు ఆ బెడ్డకొంతదూరము పైకిపోయి తిరిగి భూమిపైబడును; అంతేగాని అదియట్లే ఆకాశములో నిలిచిపోదు. ఈరీతిగా పైకి విసరబడిన బెడ్డ తిరిగి భూమిపైపడుటకు కారణము బెడ్డపైభూమినెరపు ఆకర్షణబలమే. భూమికి ఆకర్షణబలము దాని ద్రవ్యరాశివలన కలుగుచున్నది. భూమికున్న యీ ఆకర్షణబలమునకు భూమ్యాకర్షణబలమనియును, గురుత్వాకర్షణ బలమనియును పేర్లు.



బ్రహ్మాండములో భూమికొక్కదానికేగాక ప్రతిమూర్తికిని ప్రతి వస్తువునకునుకూడ గురుత్వాకర్షణ బలమున్నది. తక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము తక్కువగాను, ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము ఎక్కువగాను ఉండును. అంతేగాక ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రవర్తించునట్టి గురుత్వాకర్షణబలపరిమాణము ఆమూర్తుల నడిమిదూరము ఎక్కువైనకొలదియును తగ్గును. ఈవిషయమునే, 'బ్రహ్మాండములో ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలము ఆమూర్తుల ద్రవ్యసంచయముల లబ్ధిమునకు అనులోమానుపాతములోను, వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతములోను ఉండునని' ఒక నియమ రూపమున వ్యక్తపరుపవచ్చును. ఇట్లు బ్రహ్మాండములోని మూర్తులన్నియు ఒకదానినొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుచున్నప్పటికిని చాల మూర్తులమధ్యదూరములు అత్యధికములగుటవలన అట్టివి పరస్పరము ప్రవర్తించుకొనునట్టి ఆకర్షణబలములు లెక్కలోనికిరావు.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తు లన్నిటికంటెను ఎక్కువద్రవ్యముగల గోళము సూర్యుడు. అధిక ద్రవ్యముగల నభోమూర్తు లన్నిటిలోను సూర్యకుటుంబమునకు చేరువగా నున్న గోళముకూడ సూర్యుడే. కాబట్టి సూర్యకుటుంబములోనిమూర్తు లన్నిటిపైనను సూర్యగోళము ఎక్కువ ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచు భూమిపైకూడ అధిక ఆకర్షణబలమును నెరపుచున్నది. అందువలన పైకివిసరబడిన బెడ్డును భూమి తన ఆకర్షణబలముచేత ఎట్లు తిరిగి తనవైపునకు లాగుకొను

చున్నదో ఆరీతిగనే సూర్యుడు తన ఆకర్షణబలన భూమిని తన నైపునకు లాగుకొనుచున్నాడు. కాని జననము నొందిన సమయమునుండియు భూమికి అధికమైన వేగము సంప్రాప్తమైనది. ఆ అధికవేగమువలన సూర్యునిపైబడుటకు బదులు సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగవలసివచ్చినది. దీపానళినాడు పిల్లలు చక్ర పోట్లములను (ఉప్పుపోట్లములను) త్రిప్పుటను మనము చూచియే యుందుము. చక్రపోట్లమును గిట్టుగిట్టున . త్రిప్పినకొలదియు దానినుండి విడివడిన అగ్నికణములు ఆపోట్లమును త్రిప్పుచున్న వానినుండి దూరముగాపోయి పడును. ఆవిధముగనే భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటను ప్రారంభించినప్పటినుండియు సూర్యునినుండి దూరముగా అంతరాళములోనికి పోయిపడుటకు అది ప్రయత్నించుచునేయున్నది. కాని అంతరాళములోనికి పోకుండా సూర్యగోళము తన గురుత్వాకర్షణబలము వలన భూమిని లాగిపట్టుకొనుచున్నది. ఈవిధముగా తనపరిభ్రమణమునలన సూర్యునినుండి దూరముగాపోయి పడుటకు భూమి ప్రయత్నించుచుండగా సూర్యుడు తన గురుత్వాకర్షణబలము వలన భూమిని తనమీదికి లాగుకొనుటకు ప్రయత్నించుచున్నాడు. ఈపెనగులాట ఫలితముగా భూమి సూర్యునిచుట్టు నిర్దిష్టమైన దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో అనవరతముగా పరిభ్రమించుచున్నది.

పైచర్చనుబట్టి భూకక్ష్యపరిమాణము సూర్యుని ఆకర్షణబలమును బట్టియును, భూపరిభ్రమణవేగమునుబట్టియును నున్నదని విదితమగును. ఇక సూర్యాకర్షణబలము సూర్యగోళద్రవ్య



రాశినిబట్టి యుండును. అందుచేత సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యందుగాని, భూపరిభ్రమణవేగమునందుగాని మార్పురానంత వరకు భూకక్ష్యపరిమాణము స్థిరముగనేయుండును. అట్లుగాక సూర్యాకర్షణబల మధిక మగుటగాని, భూపరిభ్రమణవేగము తగ్గుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్య సంకోచముపొందుట యును, సూర్యాకర్షణబలము తగ్గుటగాని భూపరిభ్రమణ వేగము హెచ్చుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్యవ్యాకోచము పొందుటయును తథ్యము. కాని యింతలో నివి యేమియును జరుగుటకు హెచ్చుతగ్గుకాశము లేదుగాన సన్నిహితభావికాల మందు భూకక్ష్యయం దెట్టిమార్పును రాదని మనము చెప్పవచ్చును.

## శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం

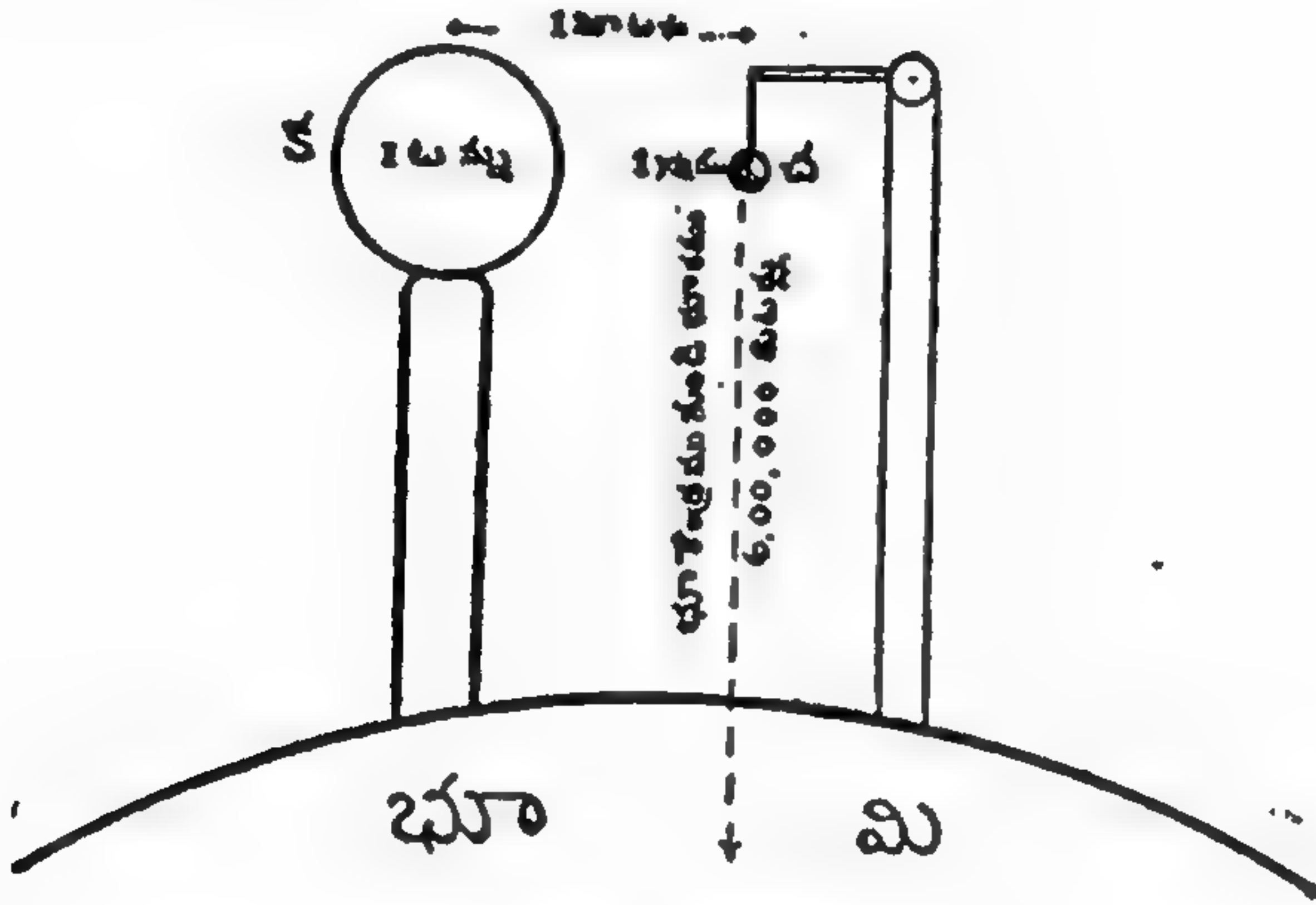
ద్రవ్య రాశి

తేలపోవు. (కృష్ణా జిల్లా.)

చిన్న బంగారపుముక్కను సున్నితమైనత్రాసుతోతూచి దానియం దెంత ద్రవ్యమున్నదో తెలిసికొనవచ్చును ; బెల్లపు బుట్టను కాటాలోవేసి తూచి అందున్న బెల్లముయొక్క ద్రవ్య మెంతో నిర్ణయింపవచ్చును. భూమిమీదనున్న వేర్వేరువస్తువుల ద్రవ్యరాసులను కనుగొనుటకు పలువిధానము లాచరణలో నున్నవి. కాని భూమినంటియొక పెద్దగోళముయొక్క ద్రవ్య రాశిని కనుగొనుట కవి యేమియును ఉపయోగపడవు. భూమిని కాటాలో పెట్టుటయే అసాధ్యముకదా. కాబట్టి పరోక్షవిధానములవలననే భూద్రవ్యరాశిని కనుగొనవలసియున్నది.

భూమికి ఆకర్షణబలము దాని అధికద్రవ్యరాశివలన చేకూరుచున్నదని గ్రహించితిమి. కాబట్టి నియతద్రవ్యరాశిగల

ఒకవస్తువు నియతద్రవ్యరాశిగల మరియొకవస్తువుపై ప్రవర్తింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలముతో ఆనియత ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై భూమి ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలమును పోల్చి భూద్రవ్య రాశిని కనుగొనవచ్చును.



12 వ చిత్రము

1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల చ అనునొక సీసపుగుండు భూమిమీద స్వేచ్ఛగ వ్రేలాడదీయబడినదనుకొందము. దానికి 1 మీటరుదూరములో 1 టన్ను బరువుగల క అను మరి యొకసీసపుగుండు ఉన్న దనుకొందము. క, చ అను రెండు గుండ్ల కేంద్రములును భూమినుండి ఒకే మట్టమునకూడ ఉన్న వనుకొందము. క, చ అను గోళములు రెండునుకూడ ద్రవ్య ముతోకూడియున్నవే కాబట్టి అవి ఒకదానినొకటి పరస్పరము కొంత నిర్ణీతపరిమాణముగల బలముతో ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణబలమును నిర్ణయించుట కొంచెము కష్టమైనను



అందు కనేక ప్రయోగము లున్నవి. వానిలో మిక్కిలి సునిశితమైనది సి. వి. బాయిస్ ఏర్పరచినట్టిది.

ఇట్టి ప్రయోగమువలన  $\frac{1}{165,000,000}$  గ్రాములబరువు బలముతో చ అను వస్తువు క అను వస్తువును ఆకర్షించుచున్నదని వ్యక్తమైనది. ఇక చ అను గుండుబరువు 1 గ్రాము బరువు కాబట్టి భూమినది ఆకర్షించు బలపరిమాణముకూడ 1 గ్రాము బరువే. అందుచేత క, చ అనుగుండ్ల కేంద్రములను, భూకేంద్రమును ఒకే మట్టమందున్నచో చ అను వస్తువు  $\frac{1}{165,000,000}$  గ్రాముల బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి క అను గుండుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1 టన్ను ఉన్నయెడల అది 1 గ్రాము బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశి 165,000,000 టన్నులుండునని తేలును. అయితే భూకేంద్రమును, చ అనుగుండుయొక్క కేంద్రమును ఒకేమట్టములో లేవు. వాని రెండింటికిని రమారమి 6,000,000 మీటర్ల దూరమున్నది. ఒక వస్తువు మరియొక వస్తువుపై ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతముతో నుండునని గురుత్వాకర్షణ నియమమువలన మనకు తెలిసియేయున్నది. కాన భూకేంద్రమును చ అను గుండు కేంద్రమును ఒకే మట్టములో నున్నచో భూమిపై చ అను గుండు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము పైని పేర్కొనిన బలమునకు  $6,000,000 \times 6,000,000$  రెల్లుండునని స్పష్టమగును. కాబట్టి భూద్రవ్యరాశి  $165,000,000 \times 6,000,000 \times 6,000,000$  టన్నులు; అనగా  $5.9 \times 10^{21}$  టన్నులు.

## ఋ తు వు లు

భూమికి వేడి నెలుగులు సూర్యునివలననే లభ్యమగు చున్నవి. అందుచేత భూమి సూర్యునికి చేరువగా నున్నపుడు దానిపైని వేడి యెక్కువగను, దూరముగనున్నపుడు తక్కువ గను ఉండవలెను. భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా జనవరి 31 వ. తేదీని, ఎక్కువదూరముగా జూలై 4 వ తేదీని ఉండును. ఈకనిష్ఠ గరిష్ఠ దూరములు 3% కంటె ఎక్కువవ్యత్యాసమును కలిగియుండలేదు. కాని వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని వ్యత్యాసము సామాన్యముగ 3% కంటె అధికముగ నేయుండును. కాబట్టి భూసూర్యులమధ్య దూరమునందువచ్చు అల్పవ్యత్యాసమువలననే వేసవికాలము లోని ఎండవేడిమికిని, శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని గల వ్యత్యాసము సంభవించుచున్నదని చెప్పుటకు వీలులేదు. పైగా ఉత్తరార్ధగోళములో భూమికి సూర్యుడు చేరువగానున్న పుడు శీతకాలమును, దూరముగానున్నపుడు వేసవికాలమును అగును. కాబట్టి భూమిపై వేర్వేరుకాలములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసములేర్పడుటకు కారణము మరియొకటి యుండియుండ వలెననుట స్పష్టము. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్త తలమునకు లంబవిశేషో నుండక కొద్దిగా వంగియుండుటే భూతలముపై ఋతువులు కలుగుటకు కారణము.

భూకక్ష్యతలమును ఆకాశములోనికి పొడిగించిన వో అది ఆకాశమును ఎక్కడ కలిసికొనునో ఆవృత్తమునకు క్రాంతివృత్త మనిపేరు. ఆకాశములో నక్షత్రములనడుమ ఈక్రాంతివృత్తము

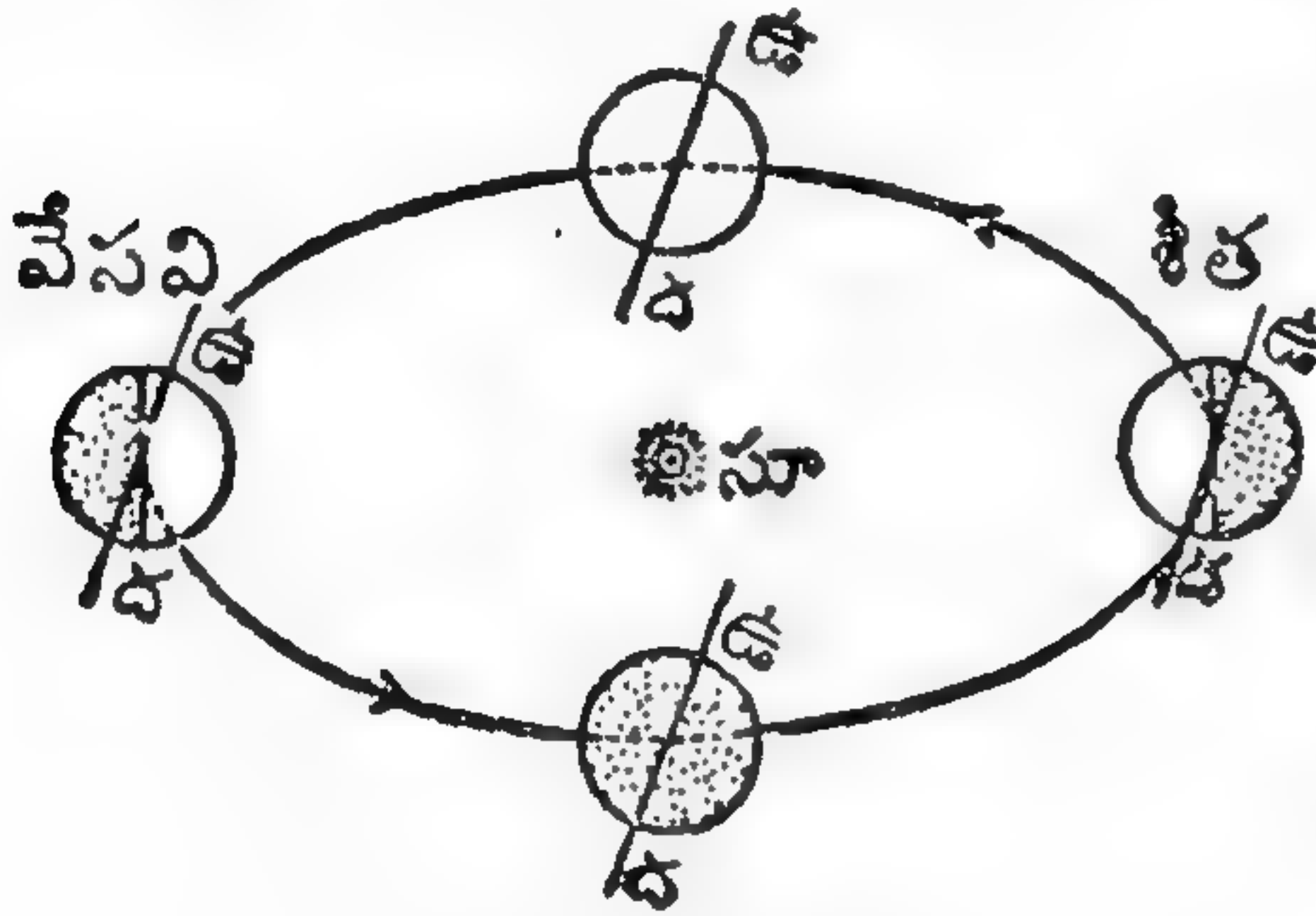


వెంబడి సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని నిజముగా నిది భూకక్ష్యయే. ఈక్రాంతివృత్తమార్గమునకు సరిగా లంబదిశలో భూమ్యక్షములేదు. క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు  $23\frac{1}{2}$  అంశలు వంగి అది యున్నది. అంటే క్రాంతివృత్తతలమునకు భూమధ్యరేఖాతలము  $23\frac{1}{2}$  అంశలు ఏటవాలుగా నున్నది.

సూర్యుడు ననుసరించి భూమి నిలుకడగా నుండియున్నట్లయిన భూమిపై వేర్వేరు సమయములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసము లేర్పడియుండెడివికావు ; అనగా ఋతువులు కలిగెడివికావు. అప్పుడు భూమిపై ప్రేక్షదేశమైనను సంవత్సరము పొడువునను సమాన తాపక్రమమును కలిగియుండెడిది. పోనీ భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలో నుండియున్నను కూడ భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నను భూతలమందు ఒక ప్రదేశ తాపక్రమములో ఎక్కువవ్యత్యాసము ఉండకపోయెడిది. అప్పుడు కూడ భూమిమీద సూర్యకిరణములు ఒకే ఏటవాలుగా పడుటచేత ఋతువులు లుండెడివికావు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతములో ఉష్ణముగను, ధ్రువములదగ్గర శీతలముగను మాత్రమే అప్పుడు సంభవించును. కాబట్టి సూర్యునినను భూమికిని గల దూరములో వచ్చు వ్యత్యాసమును లెక్కలోనికి తీసికొనకపోయినచో ప్రదేశములోనుకూడ ఋతువులు ఏర్పడి యుండెడివికావు.

కాని భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు  $23\frac{1}{2}$  అంశలు వంగియుండుటచేతను, సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగు

టలో దాని అక్షమెల్లప్పుడు ఒకే దిశగా వంగియుండుటచేతను సంవత్సరమందు కొంతకాలము భూమ్యక్షపు ఉత్తరపుకొన సూర్యునికిచేరువగను, వేరొకసమయమందు దక్షిణపుకొన



13 వ చిత్రము

సూర్యునికి చేరువగను ఉండును. భూమి యొక్క ఏకొన సూర్యునికి చేరువగ నుండునో ఆసమయ మందు ఆకొనగల అర్ధ గోళమున వేసవి యగును. కాబట్టి

భూమ్యక్షపు ఏటవాలుతనమే భూమిపై ఋతువు లేర్పడుటకును, అహాప్రమాణములో వేర్వేరు సమయములందు వ్యత్యాసము సంభవించుటకును కారణభూత మగుచున్నది.

### అ య న చ ల న ము

భూమ్యక్షము నక్షత్రములనుబట్టి యెల్లప్పుడు నొకేదిశను సూచించునట్లుగా భూమి సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న దని పేర్కొనియుంటిమి. ఇది కొంతవరకు నిజమేకాని పూర్తిగా సత్యముకాదు.

భూమధ్య రేఖాతలమును ఆకాశమున కంటునట్లుగా పొడి గించినయెడల అది నభోగోళము నొకవృత్తమున తాకును. ఈ వృత్తమునకు నభోమధ్య రేఖయనిపేరు. సూర్యుడు నక్షత్రముల ననుసరించి ఆకాశమం దొకసంవత్సరకాలములో చుట్టినట్లుగ

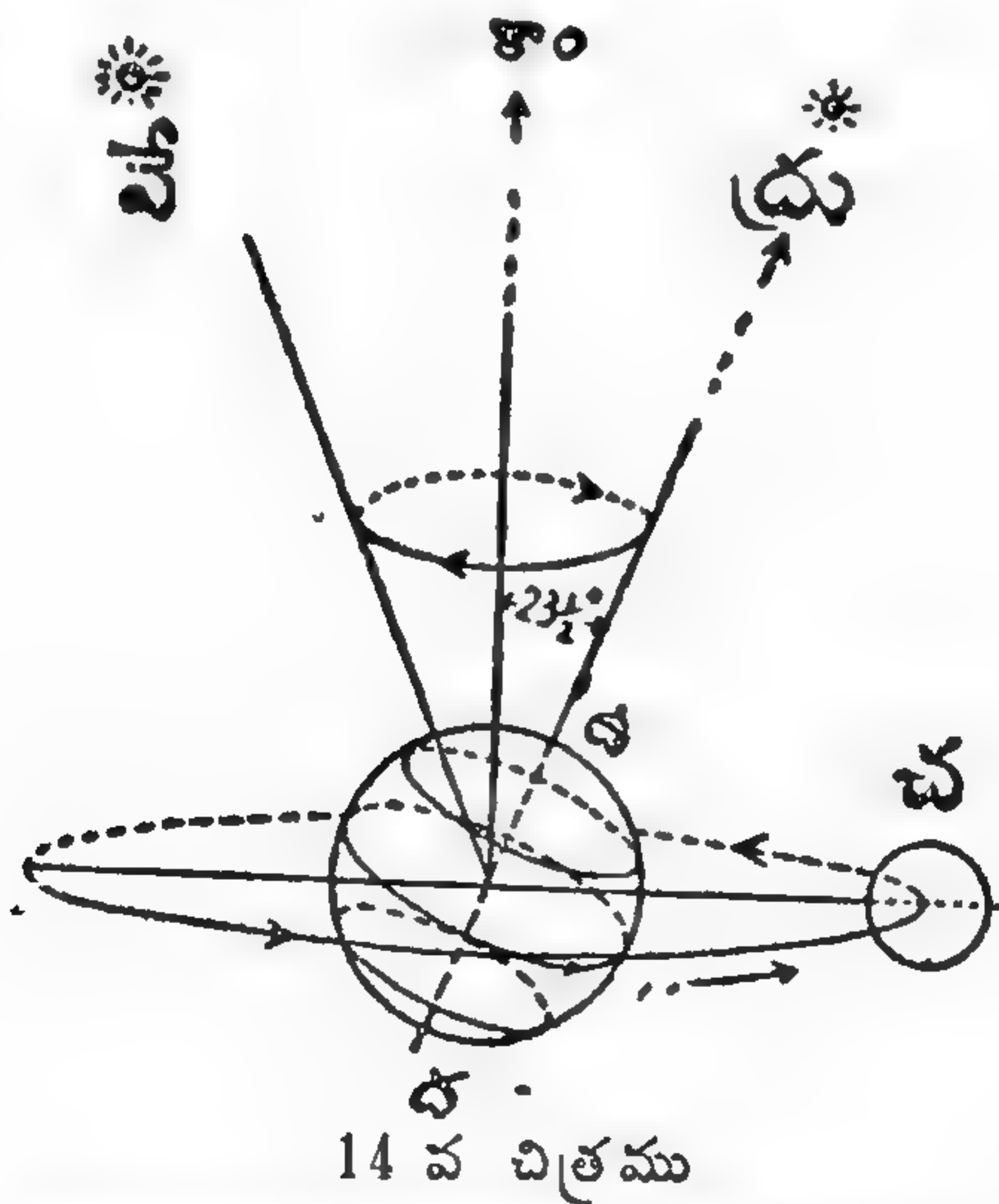


పడు వృత్తాకారమార్గమును క్రాంతివృత్తమని యందురు. క్రాంతివృత్తమునకు నభోమధ్యరేఖ యేటవాలుగా నున్నది. వానివాలు  $23^{\circ} 27'$ . నభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషువత్తులని పేరు. ఈబిందువు లందు సూర్యుడున్నపుడు భూగోళమం దంతటను రాత్రింబవళ్ళు సమానముగా నుండును. వానిలో ఉత్తరాభిముఖుడై సంచ రించుచున్నపుడు సూర్యుడు దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు మేషాది బిందువనియు, దక్షిణాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపు డాయన దాటునట్టి బిందువునకు తులాదిబిందువనియును పేర్లు.

విషువత్తులు ప్రతిసంవత్సరమునను నభోమధ్యరేఖయం దొకేస్థానములందు సంభవించుటలేదు. ప్రతిసంవత్సరమునను సూర్యుడు ఆవెనుకటి సంవత్సరమున తాను నభోమధ్యరేఖను దాటిన స్థానములకు పశ్చిమమున  $50.26$  సెకనుల దూరము లో దాటును. కాబట్టి విషువత్తులు సంవత్సరమునకు రమారమి  $50$  సెకనుల చొప్పున క్రమముగా పశ్చిమదిశగా జరుగుచున్నవి. ఈసంఘటననే అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. ఇక దీనికి కారణమును, ఫలితములను అరయుదము.

బొంగరములను సాధారణముగా మనమందరమును త్రిప్పియే యుందుము ; లేదా అధమము బొంగరము తిరుగుట యైనను చూచియుందుము. బొంగరము ముల్లుపైఱిని తిరుగు చుండును కదా ! బొంగరముముల్లునుండి బొంగరముతలలోని మధ్యబిందువుకొక ఋజురేఖను ఊహించుకొనినచో అది బొంగరముయొక్క భ్రమణాక్షమును సూచించును. సామాన్యముగా బొంగరము తిరుగుచున్నపుడు దానిఅక్షము గూతల

మునకు లంబదిశలోనే యుండును. ఆరీతిగా లంబదిశలో తన అక్షముపై భ్రమించుచున్న బొంగరమును చేతితో నెమ్మదిగా కొట్టినచో బొంగరముయొక్క భ్రమణాక్షదిశచుండు కొద్ది మాపు వచ్చి, లంబమునకు కొద్దిగా వంగియున్న అక్షముపై నదిభ్రమించుట కారంభించును. అందువలన బొంగరముయొక్క ముల్లును ఆధారముగా నొనర్చుకొని శంఖుఆకారములో బొంగరపుఅక్షము తిరుగును. ఈరీతి బొంగరపుచలనమును అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. నూనెగానుగలో గానుగ రోకలి చలనమును గుర్తుకు తెచ్చుకొన్నచో ఈ బొంగరపు అక్షచలనము కన్నులకు కట్టినట్లు ద్యోతకమగును.



భూమధ్యరేఖాప్రాంతమందలి భూమియొక్క అధికద్రవ్యముపై నూర్యచంద్రుల సంయుక్త ఆకర్షణఫలితముగా అయనచలనము సంభవించుచున్నది.



14 వ చిత్రములో ఉ- భూమియొక్క ఉత్తరధ్రువమును, ద- దక్షిణధ్రువమును, ఉద- భూమ్యాక్షమును నిరూపించును. భూమ్యాక్షదిశయందే ప్రస్తుతము ఆకాశములో మ్రు-అను ఉత్తరధ్రువనక్షత్రమున్నది. చిత్రములో దిగువభాగమందున్న పెద్దవృత్తము క్రాంతివృత్తము. ఇంచుమించుగా ఈవృత్తతలమందే సూర్యుడును, చంద్రుడును ఉండురు. చిత్రములో చ- చంద్రుడు, కాం- క్రాంతివృత్తధ్రువము, వే-వేగానక్షత్రము.

భూమి సమమైన గోళముగాగాక ఉత్తరదక్షిణములుగా కొంచెముమమబడి యుండుటచేత దానిపై సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలములు ధ్రువములనుండి భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా అధికమగును. భూమ్యాక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు రమారమి 66.5° వంగి యుండుటచేతను, భూమిపై ధ్రువములదగ్గరకంటె భూమధ్యరేఖాప్రాంతమున సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము లధికమగుటవలనను, లంబదిశగానున్న అక్షముపై తిరుగుచున్న బొంగరమును చేతితో తట్టిగా వచ్చిన ఫలితము భూమివిషయములో వీనివలన సంభవించుచున్నది. తత్ఫలితముగా భూమ్యాక్షదిశ నెమ్మదిగామారి, క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలో అక్షమును కలిగియున్న శంఖాకారమును భూమ్యాక్షము చుట్టుచున్నది. ఇదే అయన చలనమునకు కారణము.

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము లధికమగుటవలన భూమ్యాక్షదిశలో

వచ్చు మాపు సంవత్సరమునకు రమారమి 50.2 సెకను లుండును. భూమ్యక్షదిశలో సంభవించిన యిమాడ్చిన కను గుణమైన మాపు భూమధ్యరేఖాతలదిశయందును, సభోమధ్య రేఖ క్రాంతివృత్తము పరస్పరము ఖండించుకొను బిందువుల స్థానమునందును ప్రాప్తించునుగదా ! కాబట్టి మేషాదిబిందువు తులాది బిందువు ప్రతిసంవత్సరము 50.26 సెకనుల దూరము పశ్చిమదిశగా నడచుచున్నవి. అందుచేత రమారమి 25,800 సంవత్సరముల కాలములో విషువత్తులు ఒకవృత్తమును చుట్టును.

క్రీస్తుపూర్వము 60 వ సంవత్సరమునకు పూర్వము మేషాదిబిందువు మేషరాశిలో నుండెడిది. అయినచలనము వలన క్రీ. పూ. 60 వ సంవత్సరములో అది మీనరాశియున్న ప్రదేశములోనికి మారినది. క్రీ. వె. 2,740 సంవత్సరములో అది కుంభరాశిలోనికి వచ్చును. క్రీ. వె. 25,740 ప్రాంతమున గాని తిరిగి అది మేషరాశిని చేరుకొనదు.

భూమ్యక్షతలము 25,800 సంవత్సరముల కాలములో ఒక శంఖును చుట్టి వచ్చునప్పటికి భూమ్యక్షతల దక్షిణార్ధము ములు క్రాంతివృత్తార్ధములను కేంద్రములుగా గలిగి  $2\pi$  వ్యాసార్థములుగల చిన్నవృత్తములను ఆకాశమునచుట్టును. ఈ రీతిగా భూమ్యక్షదిశయందు మాపునచ్చుటచేత ధ్రువస్థాన మలంకరించిన నక్షత్రములొకూడ మాపునచ్చును. ప్రస్తుతము భూమ్యక్షపు ఋత్తరదిశగానున్న ఆల్ఫా అర్నా మైనోరిస్ నక్షత్రము ధ్రువస్థానముననుండి ధ్రువనక్షత్రమను పేరున బరగు



చున్నది. అయినచలనమువలన కొద్దికాలములో ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ నక్షత్రమునకీ ధ్రువనక్షత్రపదవిపోవును. ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 5,000 సంవత్సరమునాటికి సెఫియస్ రాశి లోని గామా సెఫియై నక్షత్రమును, ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 8,000 సంవత్సరమునాటికి సెఫియస్ రాశిలోని ఆల్ఫా సెఫియై నక్షత్రమును, అటుపిమ్మట వరుసగా క్రీ. వె. సుమారు 10,000 నాటినుండి సైగ్నస్ రాశిలోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములును, క్రీ. వె. 14,000 నాటినుండి లైరా రాశిలోని వేగానక్షత్రమును, క్రీ. వె. 16,000 నాటినుండి హెక్ట్యులస్ రాశిలోని నక్షత్రములును, ఆ తరువాత డ్రేకో రాశిలోని ఆల్ఫానక్షత్రమును ధ్రువపదవిని పొందును. క్రీ. వె. 27,000 సంవత్సరమునాటికి ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ కు తిరిగి ధ్రువపదవి లభ్యమగును. ధ్రువ పదవియం దేనక్షత్రమున్నదో ఆనక్షత్రముచుట్టు నభోమూర్తు లన్నియు తిరుగుచున్నట్లు కనపడునుగాన ప్రస్తుతము ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ చుట్టును తిరుగుచున్న నభోమూర్తు లన్నియు భవిష్యత్తులో క్రమముగా గామా సెఫియై, ఆల్ఫా సెఫియై, ఆల్ఫా సెగ్ని, గామా సెగ్ని, వేగా, హెక్ట్యులస్, ఆల్ఫా డ్రేకోనిస్ మున్నగు నక్షత్రముల చుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చు చున్నటు లభివ్యక్తమగును.

న్యూ టే షన్

భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము భూమధ్యరేఖాప్రాంత మందలి భూమియొక్క అధికద్రవ్యముపై సూర్యచంద్రుల

సంయుక్త ఆకర్షణ ఫలితముగా సంభవించినదే గదా! ఐతే భూమి ననుసరించి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానము లెల్లప్పుడును ఏక రీతిగ నుండవు. ఆహేతువుచేత అయనచలనమునకు కారణ భూతమైన వాని సంయుక్త ఆకర్షణబలమునందుకూడ మార్పు వచ్చును. ఈమార్పునలన భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము నందును, ధ్రువములయొక్క నృత్తాకారచలనమునందునుకూడ పాముమెలికవంటి చలనము మిళితమైయుండును. ఈచలనము నకే న్యూటేషన్ అనిపేరు.

---

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్  
తెలహోళి. (కృష్ణా జిల్లా.)



## న భోగోళము

భూగోళముమీద నెక్కడనుండి చూచినను అక్కడ నున్నవారికి అక్కడి ఆకాశ మించుమించు అర్ధగోళాకారమున గోచరించును. కాని ఏకకాలములో భూమిమీది వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళములు సమానములు గావు. అంతేగాక భూమిమీద ఒకప్రదేశమందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును, వారికి సరిగా విముఖ దిశలో భూగోళమునకు రెండవవైపున నున్నవారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును పూర్తిగా విభిన్నములై యుండును. ఆరెండు ఆకాశార్ధగోళములను చేర్చినచో ఒకసంపూర్ణ గోళ మగును. ఆ సంపూర్ణ ఆకాశగోళమునకే నభోగోళమనిపేరు. సూర్యుడు, చంద్రుడు, నక్షత్రములు, గ్రహములు మున్నగు నభోమూర్తు లన్నియును ఈనభోగోళము యొక్క లోపలితల మున సంచరించుచున్నట్లు మనకు గోచరమగును. అవేక్షకుని నేత్రమే యీనభోగోళకేంద్రస్థానము. కాని నభోగోళపరిమాణముతో పోల్చినపుడు భూగోళపరిమాణ మత్యల్పము గాన భూగోళకేంద్రముతో నభోగోళకేంద్ర మేకీభవించుచున్నదని భావించుట తప్పుకాదు. కనుక భూగోళ, నభోగోళములు ఏకకేంద్రకములని సైతము పేర్కొనవచ్చును.

నభోగోళతలమందున్న యొకమూర్తి స్థానమును గుర్తు పట్టుట యెట్లు? గదిలోనున్న ఒకవస్తువుస్థానమునుగాని భూతల మందున్న ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమునుగాని యేరీతిని

గుర్తింతురో సరిగా నదేరీతిని నభోగోళతలమందున్న యొక మూర్తి స్థానమునుకూడ గుర్తింపవచ్చును.

15 వ చిత్రము క చ ట త అను గది నేలను సూచించు చున్న దనుకొందము. ఆగదిలో నేలమీద నొకచోట ప- అను వస్తువొకటి ఉన్నదాకూడ భావితము. ప- అను ఆవస్తువుస్థాన



మును నిర్దేశింపవలెనన్నచో క చ- అను ఉత్తరదక్షిణముల గోడకు అది యొన్ని అడుగుల దూరములోనున్నదో చెప్పిన చాలదు ; చ ట- అను తూర్పుపడమరల గోడనుండికూడ

15 వ చిత్రము

అది యెన్ని అడుగుల దూరములోనున్నదో తెల్పవలెను. దీనిని బట్టి నిలువు, అడ్డము అను రెండు దిశలనుమాత్రమే కలిగి యున్న ప్రదేశమందున్న (ఇట్టి దానికి ద్విధావిస్తృత ప్రదేశ మని పేరు) ఒకవస్తువు స్థానమును నిర్దేశించుటకు రెండుకొలత లవసరమని మనకు విదితమగును.

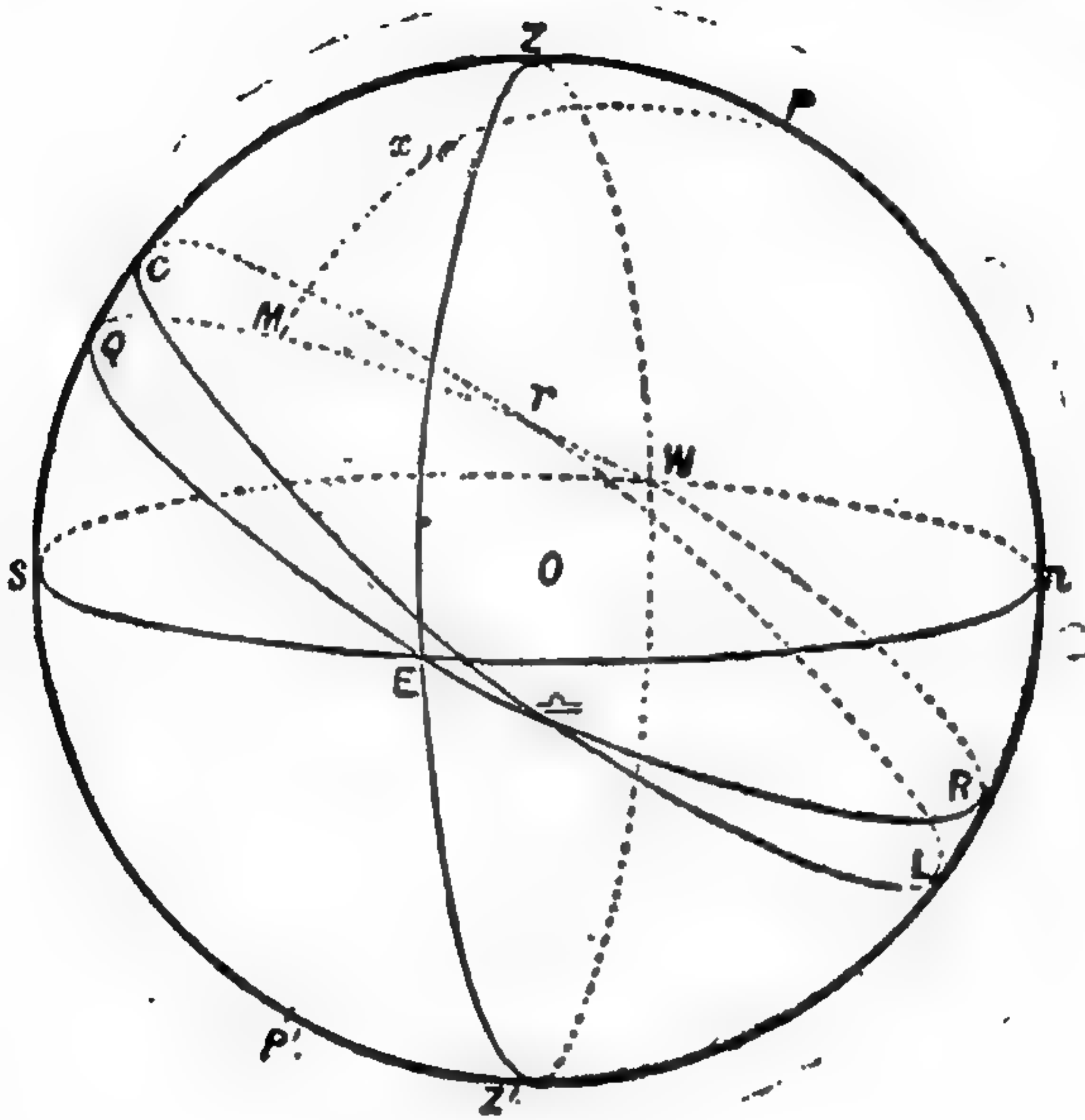
భూతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి భూతలముపై నొకపట్టణము లేదా ప్రదేశ మెక్కడనున్నదో తెల్పుటకుకూడ రెండుకొలతలు కావలెను. అందొకటి ఉత్తరదక్షిణముల కొలత ; రెండవది తూర్పుపడమరల కొలత. గది నేలయును, భూతలమునుగూడ ద్విధావిస్తృతములేయైనను, వాని తలముల స్వభావములో వ్యత్యాసమున్నది. గది నేల సమతలము ; భూతలము వక్రతలము. ద్విధావిస్తృతమైన సమతలములో నిలువు అడ్డముల కొలతలను ధైర్యమానములోను, వక్రతలములో



ఆకొలతలను కోణీయమానములను తెల్పుదురు. భూత  
లముపై ఉత్తరదక్షిణముల కొలతను రేఖాంశమువలనను  
తూర్పుపడమరల కొలతను అక్షాంశమువలనను మనము తెలిసి  
కొందము.

ఇక నభోగోశతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి  
అందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సరిగా నిర్ణయించుటకు రెండు  
కొలతలు కావలెను. భూతలమునలెనే నభస్తలముకూడ నక్ష్ర  
వుగా నున్నది. అందుచేత భూమిపై ఒకప్రదేశముయొక్క  
స్థానమును నిరూపించు అక్షాంశ, రేఖాంశములను ఏరీతిగా  
కోణీయమానముల పేర్కొందుమో ఆరీతిగనే నభోగోశతల  
మందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సూచించు కొలతలనుకూడ  
కోణీయమానములనే పేర్కొనిన యుక్తముగా నుండును.  
ఈవిషయమును చర్చించుటకుముందు కొన్ని సాంకేతికపదముల  
అర్థములను వివరించవలసియున్నది.

ఒక అవేక్షకునికి సరిగా నడునెత్తిని ఆకాశమందున్న  
బిందువునకు శీర్షబిందువు అనిపేరు. శీర్షబిందువునకు విముఖ  
ముగా నభోగోశమందున్న బిందువు పాదబిందువు. అవేక్షకునకు  
కాననచ్చుచున్న అర్ధనభోగోశమందుగాక రెండవ అర్ధనభో  
గోశమందు పాదబిందువుండును. కాబట్టి అవేక్షకునకు  
పాదబిందువు కనిపించదు. శీర్షబిందువు, పాదబిందువు- రెండును  
కూడ ఊహాస్పృష్టములే. ఒకత్రాటికి బెడ్డనుకట్టి సమప్రదేశ  
మున వ్రేలాడదీసినచో ఆత్రాటిదిశ శీర్షపాదబిందువులదిశను  
సూచించును. అవేక్షకుని స్థానమును నిరూపించు బిందువులలో  
శీర్షబిందువును కలుపగా నేర్పడు సరళరేఖకు (ఇది శీర్షపాద



16 వ చిత్రము

శీర్షబిందువు,  $Z$   
 సభఉత్తరధ్రువము,  $P$   
 ప్రాగ్బిందువు,  $E$   
 ఉత్తరబిందువు,  $n$   
 మేషాదిబిందువు,  $r$   
 కటకాయనము,  $C$   
 సభోదిక్షక్రమము,  $n E s W$   
 యామ్యాత్తరవృత్తము,  $Z s Z' n$   
 $x$  అను ఒకసభోమూర్తియొక్క  
 డెక్లినేషన్ వృత్తము,  $P x M P'$   
 రైట్ ఎసెన్షన్,  $r M$

పాదబిందువు,  $Z'$   
 సభదక్షిణధ్రువము,  $P'$   
 పశ్చిమబిందువు,  $W$   
 దక్షిణబిందువు,  $s$   
 తులాదిబిందువు,  $\cap$   
 మకరాయనము,  $L$   
 సభోమధ్యరేఖ,  $E Q W R$   
 క్రాంతివృత్తము,  $r C \cap L$   
 ఉత్తరధ్రువదూరము,  $P x$   
 డెక్లినేషన్,  $M \cap$



బిందువుల దిశను సూచించునట్టి రేఖయే.) లంబముగానుండు నట్లు అవేక్షకునిస్థానమును నిరూపించు బిందువునుండి ఒక సమ తలమును విస్తరింపజేసినచో అది నభోగోశమునొక వృత్తమున తాకును. ఆవృత్తమునకు నభోదిక్చక్రము అని పేరు. నభో దిక్చక్రమునకు పైనున్న నభోమూర్తులే అవేక్షకునకు కాన వచ్చును.

భూమ్యక్షమును ఉత్తరదక్షిణములుగా పొడిగించినపుడు ఆకాశము నది యెచ్చట ఖండించునో ఆరెండుబిందువులకును క్రమముగా నభఉత్తర, నభోదక్షిణ ధ్రువములని పేరు. ఈనభ ఉత్తర, నభోదక్షిణధ్రువములకు సమానదూరమున, వానిని కలుపుచున్న సరళరేఖకు లంబతలమున నుండునట్లు నభోగోశము చుట్టును గీసిన వృత్తము నభోమధ్యరేఖను సూచించును. భూమధ్యరేఖాతలమును పొడిగించినయెడల అది నభోమధ్య రేఖయందే నభోగోశమును తాకును.

నభఉత్తర నభోదక్షిణ ధ్రువములను, ఒకప్రదేశము యొక్క శీర్షపాదబిందువులను కలుపుచు గీసిన వృత్తమునకు యామ్యోత్తరవృత్తమని పేరు.

యామ్యోత్తరవృత్తము దిక్చక్రమును రెండుబిందువుల వద్ద కలియును. ఆబిందువులే ఉత్తర, దక్షిణబిందువులు. నభో మధ్యరేఖ దిక్చక్రమును కలియు బిందువులు ప్రాకృశ్చిమ బిందువులు.

సూర్యు డొక సంవత్సరకాలములో నక్షత్రముల నను సరించి నభోవీధిని సంచరించిన స్థిగపకు వృత్తాకారమార్గ మును క్రాంతివృత్తమని పేర్కొనియుంటిమి. క్రాంతివృత్తమును

నభోమధ్యరేఖయును ఒకదానికొకటి ఏటవాయిగా నున్నవి. వీని వాయి  $23^{\circ} 27'$ . నభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషువత్తులని పేరు. వీనిలో దక్షిణమునుండి ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడు సూర్యుడు దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు మేషాదిబిందువనియును, ఉత్తరమునుండి దక్షిణాభిముఖుడై ప్రయాణము చేయుచున్నపుడాయన దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు తులాదిబిందువనియును పేర్లు. మేషాదిబిందువును మేకకొమ్మల ఆకృతినున్న ఏరిజ్ (r) అను గుర్తుచేతను, తులాదిబిందువును తులాదండాకృతిగల లైబ్రా (L) అను గుర్తుచేతను సాధారణముగా సూచింతురు. క్రాంతివృత్తమార్గములో బాగుగా ఉత్తరముననున్న బిందువునకు కటకాయన మనియును, బాగుగా దక్షిణముననున్న బిందువునకు మకరాచన మనియును పేర్లు.

ఇక గగనతలమున ఖగోళముల స్థానములను గుర్తించు టెల్లూస్ పరిశీలింతము.

నభోమూర్తులస్థానములను గుర్తించుటకై అనేకపద్ధతులు ప్రచారములో నున్నవి. కాని వానిలో ఎక్కువ ముఖ్యమైనది డెక్లినేషన్-రైట్ ఎసెన్షన్ పద్ధతి.

నభోగోళతలమందున్న  $x$ - అనునొకమూర్తిని (చూడు: చిత్రము- 16) గుర్తింపవలెననుకొందము. అందుకు ఉత్తర దక్షిణములుగా నొక కొలతయును, తూర్పుపడమరలుగా నొక కొలతయును కావలయునుగదా!  $x$ - అను ఆనభోమూర్తినుండి నభఉత్తర, నభోదక్షిణాగ్రువములను కలుపుచు నొకపెద్ద వృత్తమును ఊహించుము. ఆ వృత్తము నభోమధ్యరేఖను M-



అను బిందువువద్ద ఖండించుచున్న దనుకొందము. అప్పుడు  $Mx$  అను కోణీయదూరము ఆసభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను సూచించును.  $Px$  అను దూరము ఉత్తరధ్రువమునకును ఆసభోమూర్తికిని గల దూరమును వ్యక్తపరచును. దీనికి ఉత్తరధ్రువ దూరమని పేరు.

సభోధ్రువముల ద్వారమునను,  $x$ - అను ఆసభోమూర్తి ద్వారమునను పోవుచున్న  $PxMP'$  అను వృత్తమును  $x$ - అను సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమని పేర్కొందురు. కాబట్టి డెక్లినేషన్ వృత్తముమీనుగా కొలిచినపుడు సభోమధ్య రేఖనుండి సభోమూర్తికిగల దూరమును ఆసభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ అని మనము నిర్వచింపవచ్చును.

సభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరముననున్న సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను దనసంజ్ఞ గలదిగను, దక్షిణముననున్న సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను ఋణసంజ్ఞగలదిగనుపరిగణింతురు.  $N, S$  అను సంకేతముల మూలమునకూడ వానిని గుర్తించుట కలదు. 'ఠ' (డెల్టా) అను గ్రీకు అక్షరమును సాధారణముగా డెక్లినేషన్ కు సంజ్ఞగా వాడుదురు. సభోమధ్యరేఖమీది సభోమూర్తి డెక్లినేషన్  $0^\circ$ ; ధ్రువముల దగ్గరి సభోమూర్తుల డెక్లినేషన్  $90^\circ$ . సభోమధ్యరేఖకును ధ్రువములకును నడుమనున్న సభోమూర్తుల డెక్లినేషన్ లు  $0^\circ$  కును  $90^\circ$  కును నడుమగల విలువలను కలిగి యుండును.

డెక్లినేషన్ రైట్ ఎసెన్షియల్ పద్ధతిలో డెక్లినేషన్ అను నది సభోమూర్తియొక్క ఉత్తరదక్షిణముల కొలత. ఇక ఆసభోమూర్తి స్థానమును నిర్దిష్టముగా గుర్తింపగలుగుటకుగాను తూర్పు

పడమరల కొలత కావలసియున్నది. ఈతూర్పుపడమరల కొలతకే రైట్ ఎసెన్షన్ అనిపేరు. దీనిని మేషాదిబిందువునుండి లెక్కింతురు. 16 వ చిత్రములో  $r$  - మేషాదిబిందువును సూచించును.  $M$  అనునది  $x$  అను సభోమూర్తియొక్క డెక్లి నేషన్ వృత్తము సభోమధ్యరేఖను ఖండించుబిందువు. సభోమధ్యరేఖమీదుగా  $r, M$  లకు గల కోణీయదూరమునకే ఆసభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ అని పేరు.

రైట్ ఎసెన్షన్ ను మరియొకరీతిగూడ వివరించుటకు వీలుగలదు. సభోమధ్యరేఖమీదుగా కొలిచినపుడు మేషాదిబిందువుయొక్క డెక్లి నేషన్ వృత్తమునకును, ఒక సభోమూర్తియొక్క డెక్లి నేషన్ వృత్తమునకును గల కోణీయదూరమే ఆ సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్. మేషాదిబిందువుయొక్క రైట్ ఎసెన్షన్  $0^\circ$  అనుకొని దానినుండి తూర్పుదిశగా  $360^\circ$  వరకును కొలిచి, సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ ఎంతయో పేర్కొందురు.

ఒక సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ కొలతను అంశలలోగాక గంటలు నిమిషములలోకూడ పేర్కొనుట కలదు. ఒకరోజు 24 గంటలకు సమానము. సభోగోళము 24 గంటల కొక భ్రమణమును చేయును ; అనగా నది 24 గంటల కాలములో  $360$  అంశల మేరను, 1 గంటకాలములో  $\frac{360}{24} = 15$  అంశల మేరను,.....చుట్టును. కాబట్టి మేషాదిబిందుద్వారముగా పోవుచున్న డెక్లి నేషన్ వృత్తము '0' గంటలను నిరూపించుచున్నదనుకొన్నచో  $15^\circ$  తూ. డెక్లి నేషన్ వృత్తము 1 గంటను,  $30^\circ$  తూ. డెక్లి నేషన్ వృత్తము 2 గంట



లను,.... అట్లే వేర్వేరు డెక్లి నేషన్ వృత్తములు అయా కాలములను నిరూపించుచున్నవని భావించవచ్చును. అనగా 1 గంట రైట్ ఎసెన్షన్ గల నభోమూర్తి మేషాదిబిందువుకు 15 అంశల దూరమునను, 2 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్ గల నభో మూర్తి మేషాదిబిందువుకు 30 అంశలదూరమునను,..... ఉండును. డెక్లి నేషన్ వృత్తముల నీరీతిగా గంటలలోకూడ వ్యక్త పరచుటకు వీలున్నది కాబట్టి వానిని హోరావృత్తము లని యును పేర్కొందురు.

మేషాదిబిందువుద్వారముగా పోవుచున్న డెక్లి నేషన్ వృత్తము అవేక్షకుడున్న ప్రదేశములోని యామ్యోత్తరవృత్త మును చేరుకొనినప్పుడు కాలము 0 గంటలని (నక్షత్రకాలము) సాధారణముగా భావింతురు. భూభ్రమణమువలన డెక్లి నేషన్ వృత్తములు పశ్చిమముగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. అందుచేత 1 గంట డెక్లి నేషన్ వృత్తము (అనగా 15° డెక్లి నేషన్ వృత్తము) మీది నక్షత్రములన్నియును 1 గంట నక్షత్రకాలమునకు యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి వచ్చును. అట్లే 2 గంటల డెక్లి నేషన్ వృత్తముమీది నక్షత్రములన్ని యును 2 గంటల నక్షత్రకాలమునకును, 3 గంటల డెక్లి నేషన్ వృత్తముమీది నక్షత్రములన్నియును 3 గంటల నక్షత్రకాలము నకును,..... యామ్యోత్తర వృత్తముమీదికి వచ్చును. ఇక అవేక్షకుడున్న ఒకప్రదేశమందు కాలము (నక్షత్రకాలము) 4 గంటలయినచో, 4 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్ గల నక్షత్రము లన్నియును యామ్యోత్తర వృత్తముమీదను, 3 గంటల రైట్

ఎసెన్షియల్స్ గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు  $15^{\circ}$  తూర్పునను, 2 గంటల రైట్ ఎసెన్షియల్స్ గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు  $30^{\circ}$  తూర్పునను,..... ఉండును. ఆసమయముననే 5 గంటల రైట్ ఎసెన్షియల్స్ గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు పడమరగా  $15^{\circ}$  దూరమునను, 6 గంటల రైట్ ఎసెన్షియల్స్ గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు పడమరగా  $30^{\circ}$  దూరమునను, .....ఉండును. కాబట్టి నక్షత్రకాలమును తెలియ జేయునట్టి గడియారమును, నక్షత్రపట్టికయును ఉన్నచో ఒక ప్రదేశమం దేసమయమున ఏనక్షత్రములు ఆకాశమం దేస్థానములో కనపడునో సులువుగా చెప్పవచ్చును.

మనము నిత్యము వాడుకొనుచుండు గడియారములు చూపు కాలమునకును, నక్షత్రకాలమునకును కొద్దివ్యత్యాసముండును. మనము వాడుకొనుగడియారములుచూపు కాలమునకు మాధ్యమసౌరకాలమనిపేరు.

మేషాదిబిందువునకును, ఒకనక్షత్రమునకును గల దూరములోగాని, ఆనక్షత్రమునుండి సభోమధ్యరేఖదూరములోగాని భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన మార్పురాదు. అందుచేత నక్షత్రములయొక్క డెక్లినేషన్, రైట్ ఎసెన్షియల్స్ స్థిరముగనేయుండును. కాని అయినచలనమువలన మేషాదిబిందు స్థానములో మార్పువచ్చునుకా బట్టి ఒక నక్షత్రముయొక్క రైట్ ఎసెన్షియల్స్ కొలతలో కాలము గడచినకొలదియు అత్యల్పమైన మార్పు సంభవించునని గ్రహింపవలెను.



# నక్షత్రరాసులు

నక్షత్రములు ఆకాశమందంతటను సమానముగా వ్యాపించిలేవు; ఒకచోట దట్టముగను, వేరొకచోట పల్చగను అవి యున్నవి. అవి సమానశీర్షతతోకూడ ప్రకాశించుట లేదు ; వానిలోకొన్ని ఎక్కువదీప్తిమంతములై యున్నవి ; మరికొన్ని అత్యల్ప తేజోవంతములైయున్నవి. నక్షత్రములను వరుసగా కొన్ని నెలలో, చినములో పరిశీలించినయెడల, భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన వానిస్థానములలో సదా మార్పు వచ్చుచున్నను, వానిసాపేక్షస్థానములలోమాత్ర మెట్టి మార్పు మనకు గోచరము కాదు. గదిలో నీలిరంగుపూసినగోడపై చేతివేళ్ళతో సున్నమును చిలికినట్లయిన చుక్కలు చుక్కలుగా నది గోడపై పడును. ఆచుక్కలకేసి తదేకధ్యానముతో కొంతసేపు చూచినయెడల వానిలో కొన్ని చిన్నవి, కొన్ని పెద్దవి యున్నటులను, అవి యన్నియు సమానముగా వ్యాపించి యుండనటులను, కొన్నికూటములుగా నవి అమరియుండి కొన్ని ఆకారములను స్ఫురింపజేయుచున్నటులను మనకు న్యక్తమగును. ఆకాశములో నక్షత్రములను పరిశీలించిననుకూడ ఒక్కొక్కప్రాంతమందున్నవి చేరి భూమిపై మనకు పరిచితములైన ఆకారములుగా- మనుజుని ఆకారము, సింహాకారము, త్రిభుజాకారమువంటివి- నేర్పడినటుల స్ఫురించును. ఇట్టి ఆకారములుగా నేర్పడిన నక్షత్రసమూహములకే నక్షత్రరాసులని పేరు. భూమిమీదియొక పట్టణమును గుర్తించుటకు ఆపట్టణమున్న దేశము, మండలము ఎట్లు సాయపడునో అరీతిగనే యొక

నక్షత్రమును గుర్తుపట్టుటకు ఆనక్షత్రమున్న నక్షత్రరాశి విశేషముగా తోడ్పడును.

నక్షత్రములను రాసులుగా నేర్పరచుటలో పౌరాణిక గాథలను ప్రాతిపదికగా ప్రాచీనులు స్వీకరించిరి. ఉదాహరణమునకు కచదేవయానిగాథకు సంబంధించిన కచుడు, దేవయాని, శర్మిష్ఠ, పూరుడు మున్నగు రాసులన్నియును వరుసగా ఆకాశరంగమున నేర్పాయచేయబడినవి. సునీతి కుమారుడు పరమేశ్వరునిగూర్చి ఘోరతప మాచరించి, సుస్థిరమైన ధ్రువ పదమును బొందుట, మత్స్యగంధి నృత్తాంతము,.....ఆదిగా గల అనేకములు గగనతలమున మనకు గోచరమగును. అట్లే గ్రీకు పౌరాణికగాథలకును నక్షత్రరాసులకును సమన్వయము కుదుర్పవచ్చును. కాబట్టి పౌరాణికగాథలను సూచించు బొమ్మల పుస్తకముగా ఆకాశతలమును ప్రాచీనులు వినియోగించుకొని రని మనము భావించినను భావింపవచ్చును.

పైని పేర్కొనినట్లు ప్రాచీను లేర్పరచిన నక్షత్రరాసులు నక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు హెచ్చుగా తోడ్పడుననుటలో సందేహములేదు. కాని వారి నక్షత్రరాసుల సరిహద్దులు అంతగా నిర్దిష్టములుగావు ; పైగా ఒకదేశమువారి నక్షత్రరాసులకును వేరొకదేశమువారి నక్షత్రరాసులకును వ్యత్యాసములున్నవి. ఖగోళవిజ్ఞానము బాగుగా పెంపొంది, అంతర్జాతీయ ఖ్యాతిని కూడ పొందినతరువాత ఇట్టి సందిగ్ధత కోరతగినది కాదుగదా ! అందుచేత 1928 వ సంవత్సరములో అంతర్జాతీయపు టొడంబడికవలన నక్షత్రముల నన్నిటిని 88 రాసులుగా శాస్త్రజ్ఞు లేర్పరచి, యేయే నక్షత్రరాశి ఆకాశమం దేయే



అక్షాంశ, రేఖాంశముల మధ్య వ్యాప్తమై యున్నదో నిర్దేశించిరి. అంతేగాక ఒక్కొక్క నక్షత్రరాశిలోనున్న వేర్వేరు నక్షత్రములను వాని దీప్తుల ననుసరించి క్రమముగా ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా,.....మున్నగు గ్రీకుఅక్షరములతో చేర్చి పిలుచుటను ఆచరణలో పెట్టిరి. టారస్ రాశిలో మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమునకు ఆల్ఫాటారై అనిపేరు. అయితే అత్యధిక దీప్తిమంతములైన కొన్ని ప్రత్యేకనక్షత్రములను, ఉదాహరణమునకు ఆల్ఫా కేనిస్ మెజోరిస్, ఆల్ఫా లైరై, బీటాఒరయూనిస్ మున్నగు వానిని ఈపేర్లతోపాటు (ఈపేర్లు ఆల్ఫా, బీటా, గామా మున్నగు ఉపపదములతోకూడిన నక్షత్రరాసుల నామములు.) వాని ప్రత్యేక నామములు అనగా సిరియస్, వేగా, రిగెల్ మున్నగుపేర్లతోకూడ వ్యవహరింతురు. మిక్కిలి తక్కువ దీప్తిమంతములైన నక్షత్రములను అవి యే నక్షత్రరాశికి చెందినవో ఆనక్షత్రరాశి నామముతో ఒక అంకెనుచేర్చి పిలుతురు. ఉదాహరణమునకు '27 కేనిస్ మెజోరిస్' అనునది కేనిస్ మేజర్ రాశిలో దీప్తి క్రమమున 27 వ నక్షత్రము. తక్కువ దీప్తిమంతమైన మరికొన్ని నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి పట్టిక కెక్కించినో ఆ యవేక్షకుని పట్టికాసంఖ్యతో వ్యవహరించుటయును గలదు. ఉదాహరణమునకు 'వూబ్బు 359' అనునది వూబ్బు శాస్త్రజ్ఞుడు తయారుచేసిన నక్షత్రపట్టికలో 359 వ నక్షత్రము. ఇక విలక్షణమైన కొన్నిప్రత్యేక నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి యనుశీలించినో వారిపేరున పిలుతురు. అత్య

ధిక వేగముగల బార్నాడ్ల నక్షత్రము, హెచ్చుద్రవ్యమయమైన పియర్స్ నక్షత్రము, శ్వేతవామనతారయైన ఫాన్ మేనన్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

పెద్దపెద్ద పట్టణములలో ఏదైన నొకయిల్లు ఎక్కడ నున్నదో తెలిసికొనుటకు అని యేపేటలో, ఏవీధిలో నున్నదో, దాని 'నెంబ' రెంజీ తేలియుట యెటులుముఖ్యమో ఆరీతిగనే ఆకాశమందున్న ఒక నక్షత్రమును సులువుగా గుర్తుపట్టుటకు అది యేనక్షత్రరాశికి చెందినదో, దీప్తిక్రమమునుబట్టి దాని పేరేమిటో, దాని రైట్ ఎసెన్షన్ డెక్లి నేషన్లు ఎంతెంతయో మున్నగు విషయముల పరిజ్ఞానముకూడ చాల అవసరము.

నక్షత్రరాసులను, ఆనక్షత్రరాసులలోని ముఖ్యమైన నక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు సులభమైన విధానము, యామ్యోత్తర వృత్తమును దాటునట్టి సమయములో ఆయా నక్షత్రరాసులను నక్షత్రపటముల సాహాయ్యమున ననుశీలించుట. భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క స్థానమునం దెంతకాలమైనను నెట్టిమాపును భూతలముపైనున్న యొక అవేక్షకునకు కానరాదు. అందుచేత ఒకప్రదేశముయొక్క అక్షాంశ రేఖాంశము తెల్లపుడు స్థిరముగనే యుండును. కాని భూభ్రమణ పరిభ్రమణములవలన నక్షత్రముల స్థానములలో సదా మార్పువచ్చుచుండును. కాబట్టి నక్షత్రముల డెక్లి నేషన్ రైట్ ఎసెన్షన్లు స్థిరముగనే యుండునట్లేర్పాటుచేయబడినను, అక్షాంశ రేఖాంశములు తెలిసినపుడు భూగోళపటసాహాయ్యమున నొకప్రదేశమును సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినట్లు భూగోళపటసాహాయ్యమున నక్షత్రములను గుర్తుపట్టలేము. అందులకై నక్షత్రరాసు



లను గుర్తుపట్టుటను నేర్చుకొనసంకల్పించినవారు అనుదినమును రాత్రి 8-10 గంటలమధ్య యామ్యోత్తర వృత్తమును దాటు సక్షత్రరాసులను అనుశీలించినచో ఒకసంవత్సరకాలములో వారున్నప్రదేశములో కనపడు సక్షత్రరాసుల నన్నిటిని గుర్తుపట్టుట వారికి తెలియును. 2, 3 పటములలో ముఖ్యమైన సక్షత్రరాసులు, వాని డెక్లినేషన్ రైట్ఎసెన్షియల్స్లు పొందుపరచడమైనది. పటముల దిగువను పేర్కొనబడిన నెలలనుబట్టి ఆయా నెలలకెదురుగానున్న రైట్ఎసెన్షియల్స్లుగల సక్షత్రములు ఆయా నెలలలో రాత్రి 9 గంటలప్రాంతమున యామ్యోత్తర రేఖపై నుండునని తెలియనగును. ఒకసక్షత్రముయొక్క డెక్లినేషన్ క- అంశ లయియుండి, అవేక్షకుడా సక్షత్రమును చ- అంశల అక్షాంశప్రదేశమునుండి అనుశీలించుచున్నయెడల, యామ్యోత్తర రేఖపై నున్నపుడా సక్షత్రము శీర్షబిందువునకు (చ- క) అంశల దూరమున కనపడును. (చ- క) విలువ ధనరాశియైనచో ఆసక్షత్రము శీర్షబిందువునకు దక్షిణమునను, ఋణరాశియైనచో నది శీర్షబిందువునకు ఉత్తరమునను గోచరమగును.

సక్షత్రరాసులను సాధారణముగా ఉత్తరమండల సక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల సక్షత్రరాసులు, దక్షిణమండల సక్షత్రరాసులని మూడువర్గములుగా విభజింతురు. పరిధ్రువ సక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల సక్షత్రరాసులు, సభోమధ్యరేఖామండల సక్షత్రరాసులని మరియొక తీరునకూడ వానిని వర్గీకరించుట కలదు.

భూమి గోళాకారమున నుండుటచేత ఉత్తరధ్రువప్రాంతమువారికి ఉత్తరధ్రువనక్షత్రము నడునెత్తిమీద కానవచ్చి, సభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరమందున్న నక్షత్రములుమాత్రమే గోచరములగును. వారికి కన్నడు సక్షత్రము లివి మాత్రమే. వీనికి ఉదయాస్తమయములు లేవు ; రాత్రికాలమం దెప్పుడు చూచినను ఇవి ప్రత్యక్షమగును. భూమి ధ్రువనక్షత్రదిశగానున్న తనయక్షముపై 24 గంటల కాలములో నొకసారి భ్రమించుచుండుటవలన నీప్రాంతమందలి ప్రతి నక్షత్రమును దిక్చక్రమునకు సరిష్టమైన కొంత యెత్తులోనుండి ధ్రువనక్షత్రముచుట్టును అపసవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నటుల అభివ్యక్తమగుచున్నది. అందువలన ఉత్తరధ్రువమునుండి చూచినపుడు కాననగు ప్రతినక్షత్రమును పరిధ్రువనక్షత్రము.

ఉత్తరధ్రువమునుండి చూచినపుడు కన్నడు ఆకాశదృశ్యమునకు పాదృశ్యమైన దృశ్యమే దక్షిణధ్రువమునుండి యవలోకించినపుడు కాననగును. దక్షిణధ్రువప్రాంతస్థులకు దక్షిణధ్రువబిందువునకు చేరువగానున్న సిగ్మా ఆప్టాన్ టిస్ ఇంచుమించుగా నడునెత్తిమీదను, సభోమధ్యరేఖకు దక్షిణమందున్న నక్షత్రములు దానిచుట్టును సవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచునుగోచరించును. అందుచే నివి యన్నియునుకూడ పరిధ్రువనక్షత్రములే. వీనికిని ఉదయాస్తమయములుండవు. దిక్చక్రమునకు సమీపమందున్న నక్షత్రములు దిక్చక్రమునకు సమాంతరముగానున్న వర్తుల మార్గమునను, బాగుగా ఎత్తుననున్న నక్షత్రములు సిగ్మా ఆప్టాన్ టిస్ చుట్టు చిన్న వృత్తాకార



మార్గమునను సంచరించుచు రాత్రికాలము దేసమయమున నవేక్షించినను ప్రత్యక్షమగును.

ధ్రువములనుండి చూచినపుడు కాననగు ఆకాశదృశ్యము నను భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు కానంబడు నా దృశ్యమునకును హెచ్చువ్యత్యాస మున్నది. ధ్రువమునుండి చూచినపుడు అదియున్న నభోగోళార్ధభాగమందలి సక్షత్రములు మాత్రమే కంటబడునుగాని భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు సక్షత్రరాసు లన్నియును ప్రత్యక్షమగును. కాని వీనిలో నొక సక్షత్రమునుకూడ పరిధ్రువసక్షత్రముకాదు. అందుచేత నివి యన్నియును ఉదయించి, అస్తమించుచుండును. ఆకాశములో రాత్రికాలమందంతయును సాధారణముగా నివి గోచరములు కావు. ఇక్కడినుండి చూచినపుడు ధ్రువసక్షత్రములు నడు నెత్తినగాక దిక్చక్రమున ప్రత్యక్షము లగును.

ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున రమారమి 12-20 అక్షాంశములనడుమ వ్యాపించియున్నది. కాబట్టి మన దేశములో ఏప్రదేశమునుండియైనను చూచినపుడు దిక్చక్రమునకు కొంచెముఎత్తుగా ధ్రువసక్షత్రము కనపడును. ఇక ఇక్కడప్రత్యక్షమగు సక్షత్రములలో చాలతక్కువ సక్షత్రములు మాత్రమే పరిధ్రువ సక్షత్రములు ; మిగిలినవన్నియును ఉదయాస్తమయములు గలవియే. రమారమి 70 దక్షిణఅక్షాంశ రేఖవరకును వ్యాపించియున్న సక్షత్రములన్నియును మనకగ పడును.

పై వివరణనుబట్టి ఒకప్రదేశమున కన్ను సక్షత్రములకును వేరొక ప్రదేశమున నగపడు సక్షత్రములకును వ్యత్యాస

మున్నదని వ్యక్తమగును. పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్య అవేక్షకస్థానముపై నాధారపడియుండును. ఏనక్షత్రముయొక్క ధ్రువదూరము అవేక్షకస్థానఅక్షాంశముకంటె తక్కువగ నుండునో ఆప్రదేశమున నదియే పరిధ్రువ నక్షత్ర మగుచుండును కాబట్టి అవేక్షకస్థానఅక్షాంశము తగ్గినకొలదియు నక్కడనుండి చూచినపుడు ప్రత్యక్షమగు పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్యకూడ తగ్గును. ఇక అవేక్షకస్థానము భూగోళమం దేయర్ధగోళమున నేయక్షాంశమందున్నదో నభోగోళమునందు రెండవఅర్ధభాగమున అన్ని అంశలకంటె తక్కువధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు కనపడవు. ఉదాహరణమునకు 30 ఉత్తరఅక్షాంశమునుండి అవేక్షించినపుడు దక్షిణ నభోఅర్ధగోళమందలి 30 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన నక్షత్రములన్నియును గోచరించును. అట్లే 20 దక్షిణ అక్షాంశమునుండి ఆకాశమును వీక్షించినపుడు ఉత్తర నభోఅర్ధగోళమందలి 20 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన వన్నియు ప్రత్యక్షమగును.

భూమిసూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న మార్గమునకు, లేదా ఆకాశములో సూర్యుని దృశ్యమార్గమునకు క్రాంతివృత్తమని పేరుగణా! ఈక్రాంతివృత్తమునుండి కొద్దిఅంశలమేర ఉత్తర దక్షిణములుగా విస్తరించియున్న మండలమే క్రాంతివృత్తమండలము. సూర్యుడేగాక గ్రహములును చంద్రుడునుకూడ ఈ మండలమందే సంచరించుచున్నట్లగపడుదురు. ఈమండలమందలి నక్షత్రరాసులకు క్రాంతివృత్తమండలరాసులని పేరు.



అశ్వవినుండి రేవతివరకునుగల 27 నక్షత్రములును ఈభాగమందే యున్నవి. అశ్వవి, భరణి మున్నగు నక్షత్రములు సామాన్యముగా ఏకనక్షత్రములుకావు ; కొన్నినక్షత్రములచేరికచే నని యేర్పడినవి. అందుచేత ఒక్కొక్క నక్షత్రము ఆకాశములో కొంతమేరవరకును వ్యాపించియుండును. ఇట్లు ఒక్కొక్క నక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశమును స్థూలముగ నాలుగు భాగములుచేసి, ఆభాగములను పాదములని పేర్కొనిరి. ఇట్టి పాదములను తొమ్మిదింటిని . చేర్చినయెడల ఒకనక్షత్రరాశి యగును. అశ్వినీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, భరణి నక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, కృత్తికానక్షత్రముయొక్క మొదటిపాదము చేరి మేషరాశి యగును ; కృత్తికానక్షత్రముయొక్క మిగిలిన మూడుపాదములు, రోహిణీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, మృగశిరానక్షత్రముయొక్క మొదటి రెండుపాదములుచేరి వృషభరాశి యగును. ఇట్లే మేషాది ద్వాదశరాసులును ఆయానక్షత్రపాదముల చేరికచే నేర్పగుచున్నవి.

అంతర్జాతీయ ఖగోళవిజ్ఞానసమితివారి 1928 వ సంవత్సరపు ఒడంబడిక ప్రకారము మొత్తము నక్షత్రరాసులసంఖ్య 88 గదా! వానిలో 28 ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు; 12 క్రాంతి వృత్తమండల నక్షత్రరాసులు ; 48 దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. ఈదిగున పట్టికవలన ఆనక్షత్రరాసుల పేర్లను తెలిసికొనవచ్చును. ఆతరువాతిపుటలలో ఆనక్షత్రరాసులలో ముఖ్యమైనవానిని గుర్తించువిధానము వివరించుటమైనది.

## ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు. (28)

1 ఏండ్రోమిడా	15 హెంక్యులస్
2 ఏక్విలా	16 లాసెర్వా
3 ఆరిగా	17 లియోమైనర్
4 బూటెస్	18 లిన్కు
5 కేమిలో పర్డాలిస్	19 లైరా
6 కేనెస్ వెనాటిసి	20 ఒఫియూఖస్
7 కేసియోపియా	21 పెగాసస్
8 సిఫియస్	22 పెర్సియస్
9 కోమాబెర్నెస్	23 సగిట్టా
10 కొరానా బారియాలిస్	24 సర్పెన్సు
11 సెగ్నస్	25 ట్రయాంగ్యులమ్
12 డెల్ఫినస్	26 అర్కా మేజర్
13 డ్రేకో	27 అర్కా మైనర్
14 ఈక్వాలియస్	28 వుల్ పెక్యులా

## క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు. (12)

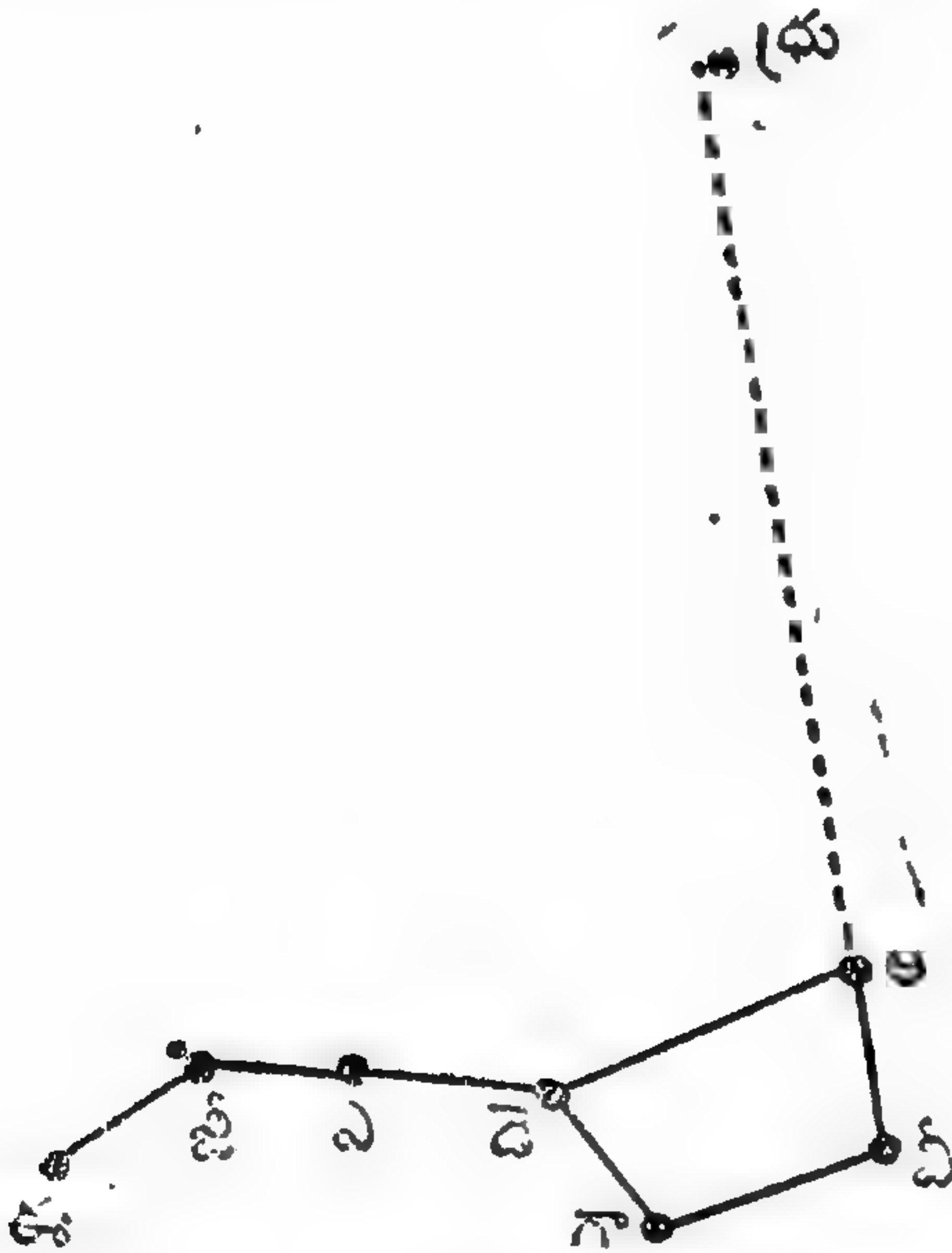
1 ఎక్వేరియస్	7 లైబ్రా
2 ఏరిజ్	8 పిసిజ్
3 కేన్సర్	9 సగిటేరియస్
4 కేప్రికార్నస్	10 స్కార్పియస్
5 జెమిని	11 టారస్
6 లియో	12 వర్గో



దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. (48.)

1 ఏన్ట్లయా	25 లెపస్
2 ఏపస్	26 ల్యూపస్
3 ఏరా	27 మెకానా
4 కేలమ్	28 మైక్రోస్కోపియం
5 కేనిన్ మేజర్	29 మోనోసెరాస్
6 కేనిన్ మైనర్	30 మస్కా
7 కరైనా	31 నార్తా
8 సెంటూరస్	32 ఆక్టాన్సు
9 స్టీటస్	33 ఒరయన్
10 కెమిలియాన్	34 పేవా
11 సర్పినస్	35 ఫీనిక్సు
12 కొలంబా	36 పిక్టర్
13 కొరొనా ఆప్రినా	37 పైసిస్ ఆప్రినస్
14 కార్వస్	38 ప్యూపిస్
15 క్రేటర్	39 పైక్సిస్
16 క్రక్సు	40 రెటిక్యులమ్
17 డోరేడో	41 స్కోల్ప్టర్
18 ఎరిడేనస్	42 స్కూటమ్
19 ఫర్నాక్షు	43 సెక్స్టాన్సు
20 గ్రస్	44 టెలిస్కోపియమ్
21 హొరొలాజియమ్	45 ట్రయాంగ్యులమ్ ఆప్టేలి
22 హైడా	46 ట్యూకానా
23 హైడ్రస్	47 వేలా
24 ఇన్డస్	48 వోలక్సు

ఉత్తరార్ధగోళమందున్నవారికి సామాన్యముగా సంవత్సరము పొడువునను కననగు నక్షత్రరాశి సప్తరిమండలము. సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినదికూడ ఇదే. ఈనక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుటను బాగుగా నేర్చుకొన్నచో మిగిలిన నక్షత్రరాసులను సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును. ఇది అర్కామేజర్ అను నక్షత్రరాశిలో భాగము.



17 వ చిత్రము

ధ్రు — ధ్రువనక్షత్రము

అ — అల్ఫా (క్రితువు)

బీ — బీటా (పులహుడు)

గా — గామా (పులస్త్యుడు)

దే — డెల్టా (అత్రి)

ఎ — ఎప్సిలాన్ (అంగీరసుడు)

జీ — జీటా (వసిష్ఠుడు)

ఈ — ఈటా (మరీచి)



ఆకాశమం దుత్తరభాగములో చతురస్రాకారపు శీర్ష  
 చిందువులందు నాలుగుసక్షత్రములును, ఆసక్షత్రములకు తోకగా  
 మూడు సక్షత్రములును మొత్తము ఏడు కాంతిమంతనైన  
 సక్షత్రములు కనపడును. ఈయేడుసక్షత్రములకే సప్తర్షి  
 మండలమని పేరు. చతురస్రాకారపు శీర్షచిందువులందున్న  
 నాలుగు సక్షత్రములకును వరుసగా ఆల్ఫా (క్రతువు), బీటా  
 (పులహుడు), గామా (పులస్త్యుడు), డెల్టా (అగ్ర) అనిపేర్లు.  
 తోకలోనున్న సక్షత్రములకు తోక మొదటినుండి వరుసగా  
 ఎస్పిలాన్ (ఆంగీరసుడు), జీటా (నస్థుడు), ఈటా (మరీచి)  
 అనిపేర్లు. తోకలో మధ్యనున్న వర్షిసక్షత్రమునకు ప్రక్కగ  
 మినుకు మినుకుమరుచు నుండు చిన్నసక్షత్రమే అసంధతి.  
 అసంధతీవర్షియును జంటతారలని పూర్వు లభిప్రాయపడిరి.  
 వివాహసమయములో నూతనదంపతులకు చూపించునట్టి జంట  
 యిదే. ఒకదాని నొకటి యెడబాటుక సంపదించుచున్న స్థితి  
 పడుచున్న ఆ అసంధతీవర్షి సక్షత్రములకు హైందవపౌరా  
 ణికులు దాంపత్యము నాహోపించి, ఆపురాణదంపతులు కల  
 కాలమునుండియు నొకరినొక రనుసరించి యెల్లనుగుణముగా  
 ప్రవర్తించుచుండిరో ఆరీతిగనే యీ నూతన దంపతులుకూడ  
 తమ దాంపత్యజీవితమును గడపవలయునను మహాదాదర్శముతో  
 నాజంటను వివాహసమయమున చూపించుచుందురు.

సప్తర్షి మండలమును 'బిగ్ డిప్సర్' అని అమెరికాదేశీ  
 యులును, 'ప్లా' అని ఆంగ్లేయులును వ్యవహరింతురు. అర్పా  
 మేజర్ రాశినంతటిని కలిపి 'గ్రేట్ బేర్' అను దానిఆంగ్లేయ  
 పర్యాయపదముతో కొందరు పేర్కొనుచుందురు.

సప్త రి మండలములోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములు  
 రెండింటికిని సూచికలనిపేరు. బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను  
 కలుపునట్టిరేఖను బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రముల నడిమిదూరమునకు  
 రమారమి అయిదురెట్లుదూరము బీటా ఆల్ఫా దిశగా పొడి  
 గించినచో నది ఆకాశములో ఉత్తరముననున్న మరియొక నక్ష  
 త్రము ప్రక్కనుండి దూసికొనిపోవును. అదియే ధ్రువనక్ష  
 త్రము. ఉత్తానపాదుని తనయుడైన ధ్రువుడు శ్రీమన్నారా  
 యణునిగూర్చి ఘోరమైనతప మాచరింపగా భగవంతుడు  
 మెచ్చి, ఆకాశమం దుత్తరధ్రువపదము నలంకరించి మహా  
 జ్వలదీప్తితో వెలుగొందుచు చిరకాలము స్థిరముగా నుండున  
 ట్లాయనకు వరమిచ్చె ననియును, తదనుగుణముగనే ఆకాశ  
 ములో కలకాలమునుండి వెలుగొందుచు ధ్రువనక్షత్ర మున్న  
 దనియును, నక్షత్రము లన్నిటివలె వినువీధిని సంచరింపక నది  
 స్థిరముగా నున్నదనియును మన వేదములందున్నది. ఈకథ వేద  
 ఋషి కల్పనాశక్తికి ప్రబల నిదర్శనము. నక్షత్రము లన్నియును  
 సంచరించుచున్నట్లు ధ్రువనక్షత్రము గగనవీధిని ప్రయాణము  
 చేయక స్థిరముగానుండుట కొంతవరకు నిజమే ; కాని పూర్తిగా  
 సత్యముగాదు. పైగా అది స్థిరముగా నుండుటకు కారణము  
 భగవంతుని వరముకాదు. భూమ్యక్షమును ఉత్తరదిశగా పొడి  
 గించినచో అది ఆకాశము నెక్కడచేరునో ప్రస్తుతము ధ్రువ  
 నక్షత్రము ఇంచుమించు అక్కడనే యున్నది. భూమి తన  
 యక్షముపై భ్రమించుచుండుటచేతనే నక్షత్రములకు దైనిక  
 చలనము కలుగుచున్నది కాబట్టి భూమ్యక్షదిశలో ఆకాశమం



దున్న నక్షత్రములకు భ్రమణగతి యుండదు ; అవి స్థిరముగ నున్నట్లుగనే కనపడును. స్థూలదృష్టికి ధ్రువనక్షత్రము స్థిరముగ నున్నట్లుగపడునుకాని సూక్ష్మముగా నవేక్షించినచో నది కూడ భ్రమణగతికి లోనైయున్నట్లును, అత్యల్పవ్యాసార్థము గల వర్తుల మార్గమున భ్రమించుచున్నటులను వ్యక్తమగును. నభోత్తరధ్రువమునకు రమారమి  $11\frac{1}{4}$  అంశలదూరములో ప్రస్తుతము ధ్రువనక్షత్ర ముండుటయే అందుకు కారణము.

ధ్రువనక్షత్రమును జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల అది యొక నక్షత్రరాశికి చెందినదని వ్యక్తమగును. ఈ నక్షత్రరాశి సప్తర్షి మండలమును పోలియేయుండును. దీనికి అర్సామైనర్ అనిపేరు. ఈనక్షత్రరాశియందుకూడ చతురస్రాకారపు శీర్షము లందు నాలుగు నక్షత్రములును, ఆనక్షత్రములకు తోకవలె మూడునక్షత్రములును ఉండును. ఈమూడు నక్షత్రములలో చివరినక్షత్రమే ధ్రువును. ఆరాశిలోని నక్షత్రములందెల్ల మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన నక్షత్ర మదియే.

ఆకాశములో అర్సామేజర్ వ్యాపించియున్నంత ఎక్కువ ప్రదేశమునకు అర్సామేజర్ విస్తరించియుండలేదు. పైగా వీనిలో నొకటి తలక్రిందుగా నున్నపుడు రెండవది నిలువుగా నుండి, వాని తోకభాగము లెల్లపుడును ఒకదాని కొకటి విముఖదిశలోనే విస్తరించియుండును.

అర్సామేజర్ నక్షత్రరాశిని, ధ్రువనక్షత్రమును గుర్తించుటను బాగుగా తెలిసికొననిచిమ్మట ఆకాశమం దుత్తరభాగమందలి యితరనక్షత్రరాసులను గుర్తించుట కడు సులభము.

అర్సామేజర్, అర్సామైనర్ రాసులు రెండింటికీని నడుమ నున్న నక్షత్రములు డ్రేకోరాశికి చెందినవి. ఇవి బీటా అర్సామేజోరిస్ కును ధ్రువనక్షత్రమునకును ఇంచుమించు మధ్యనుండి అర్సామైనరురాశిలో చతురస్రాకారపు శీర్షములందున్న నక్షత్రముల దిశగా బాగుగాపైకి వ్యాపించి, అక్కడనుండి ధ్రువతారవైపునకు పెద్దవంపు తిరిగి, మరల ధ్రువతారకు విముఖదిశగా హెక్యులస్ రాశివైపునకు విస్తరించియున్నవి. ఆంగ్లభాషలోని 'S' అను అక్షరమును కుడియెడమలు తాడి మారుచేయగా నేర్పడు ఆకారమున ఈరాశి యున్నది.

సప్తర్షి మండలములో సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువ నక్షత్రమువైపునకు, ధ్రువనక్షత్రమును దాటి యింకను మీదికి పొడిగించినచో, W- ఆకారమందున్న 5 పెద్దనక్షత్రముల దరి నుండి అది పోవును. ఈ నక్షత్రములగుంపే కాసియోపియా రాశి. ధ్రువనక్షత్రమున కొక్కవైపున సప్తర్షి మండలమును, దానికి విముఖదిశలో కాసియోపియారాశియును, ధ్రువనక్షత్రమునకు సమానదూరమందున్నవి. కాసియోపియారాశిలో W- ఆకారమున చేరియున్న అయిదు నక్షత్రములను 'కాసియోపియా యొక్క కుర్చీ' యని పేర్కొందురు.

కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు. కాసియోపియా నక్షత్ర రాశిలోనివి మాత్రమే గాక మరియొకరనక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములునుకూడ సామాన్యముగా భూమికి సమానదూరమున నుండవు. కంటియొక్క దృష్టిలోపమువలన మిక్కిలి



ఎక్కువదూరమందున్న వస్తువులన్నియు సమానదూరమందున్నట్లు గోచరించును. తదనుగుణముగనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రము లన్నియు భూమికి సమానదూరమందున్నట్లుగపడి ఏకతలమందున్న యొక ఆకారమును స్ఫురింపజేయుచున్నవి. కాని యీ నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములలో ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క పరిమాణముగల వేగముతో సంచరించుచుండుటవలన శతాబ్దములు, సహస్రాబ్దములు గడచునప్పటికి ఈరాశి ఆకారములో మాపుచచ్చుట తథ్యము.

కాసియోపియారాశిని శర్చిష్ఠరాశియని హిందువులు న్యనహరింతురు.

సప్తర్షి మండలములోని బీటా ఆల్ఫా నక్షత్రముల దిశలోనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశినిదాటి, కాసియోపియారాశి ధ్రువనక్షత్రమున కెంతదూరమందున్నదో ఇంచుమించు అంత దూరము మనదృష్టిని ప్రసరించినచో ఏండ్రొమిడారాశివచ్చును. ఈఏండ్రొమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పెగాసస్ రాశిలో చతురస్రముయొక్క శీర్షికలందున్న నాలుగు నక్షత్రములలో నొకటి. దీనికి ఆల్ఫా ఏండ్రొమిడి యనిపేరు. ఈనక్షత్రరాశికే చెందిన బీటా, గామా అను మిక్కిలి దీప్తిమంతములైన రెండునక్షత్రములును ఆల్ఫా ఏండ్రొమిడినుండి ఒకేదిశగా వ్యాపించియున్నవి. గామా ఏండ్రొమిడికి ఆల్ఫా అని మరియొక నామము గలదు. ఇది చక్కని జంటతార. బీటా ఏండ్రొమిడికిని, బీటా కాసియోపియాను నడుమ బీటా ఏండ్రొమిడినుండి నాల్గవవంతు దూరములో నొక నెబ్యులాయున్నది. వట్టికంటికి గోచరమగు నెబ్యులాయిది యొక్కటే.

దీనిని ఏండ్రోమిడా రాశిలోని గ్రేట్ నెయ్యలా యని పేర్కొందురు.

ఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్ఫా నక్షత్రమునుండి బీటా, గామా అను రెండు పెద్దనక్షత్రములు ఏదిశగా వ్యాపించియున్నవో ఆదిశలోనే కొంచెము ముందునకు పోయినచో పెర్సియస్ రాశివచ్చును. ఈరాశిలో ముఖ్యమైనవి యేడు నక్షత్రములు. కాసియోపియా, కృత్తికా నక్షత్రములనడుమ మినుకు మినుకు మనుచు నివిప్రకాశించుచున్నవి. పెర్సియస్ రాశిని గుర్తించుటకు మరియొక ఆధారము అది ఏండ్రోమిడారాశికిని ఆరిగారాశిలోని కేపెల్లా నక్షత్రమునకును నడుమ నుండుట.

పెర్సియస్ రాశిలోని ఆల్ఫాల్ లేదా బీటాపెర్సెస్ నక్షత్రము ఆరాశిలోని నక్షత్రములలో దీప్తిక్రమమున రెండవది. ఇది వృద్ధిక్షయతార; అనగా దానికాంతి ఒక నియతవ్యవధిలో హెచ్చుచును తగ్గుచును గోచరించును. పెర్సియస్ నక్షత్రరాశికి ప్రాముఖ్యమీవృద్ధిక్షయతారవలననే వచ్చినది. ఈవిషయమును ప్రాచీన గగనావేక్షకులుకూడ గమనించియేయుండిరి. పెర్సియస్ రాశిలోని కొన్ని నక్షత్రము లొకశాఖగా చీలి పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్నవి. ఈరాశిలోని గరిష్ఠ దీప్తిమంతమైన మిక్ ఫేక్ (ఆల్ఫాపెర్సెస్) నక్షత్ర మీభాగమందే గలదు.

పెర్సియస్ రాశికి చేరునగనే సిఫియస్, కేమెలో పర్డాలిస్, లింక్స్ నక్షత్రరాసులున్నవి. వీనిలో మిక్కిలిముఖ్యమైనది సిఫియస్ రాశి.



88A



1-వ పటము. 100 మైళ్ళ మైత్రిగుంటి రేసిస్ న్యూమెర్క్స్ ప్రాంత  
మంవలి భూభాగపు ఛాయాచిత్రము (పుట. 13)

శ్రీ వేమనే గంగంపాలయమ్  
తెలంగాణ. (పుట. 13)

88B

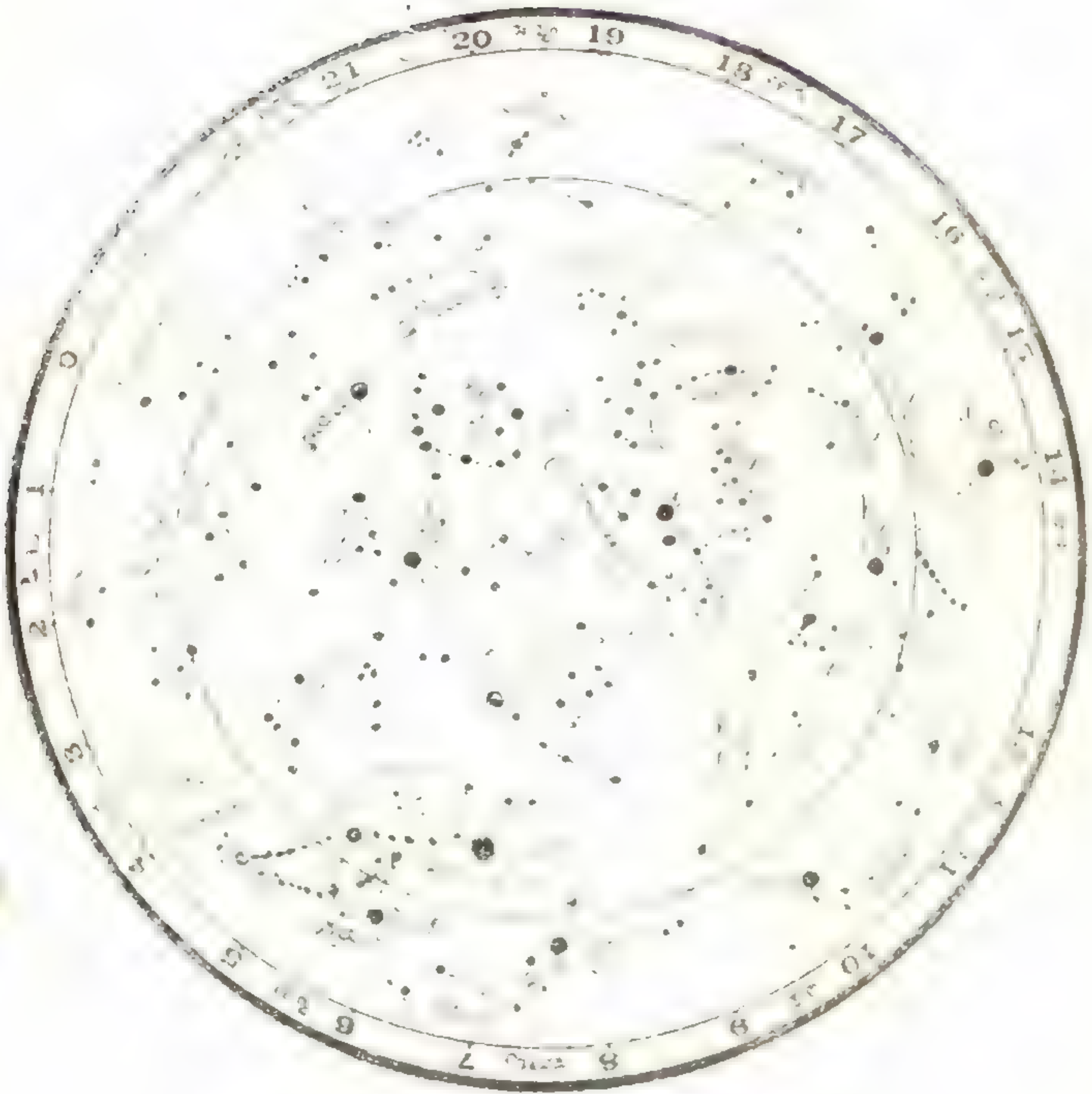


2-వ పటము. నక్షత్రరాసులు (పుట. 70)  
అంశములునున్న అంశాలు రేఖాపాతముననుసరించి చూపబడినవి.



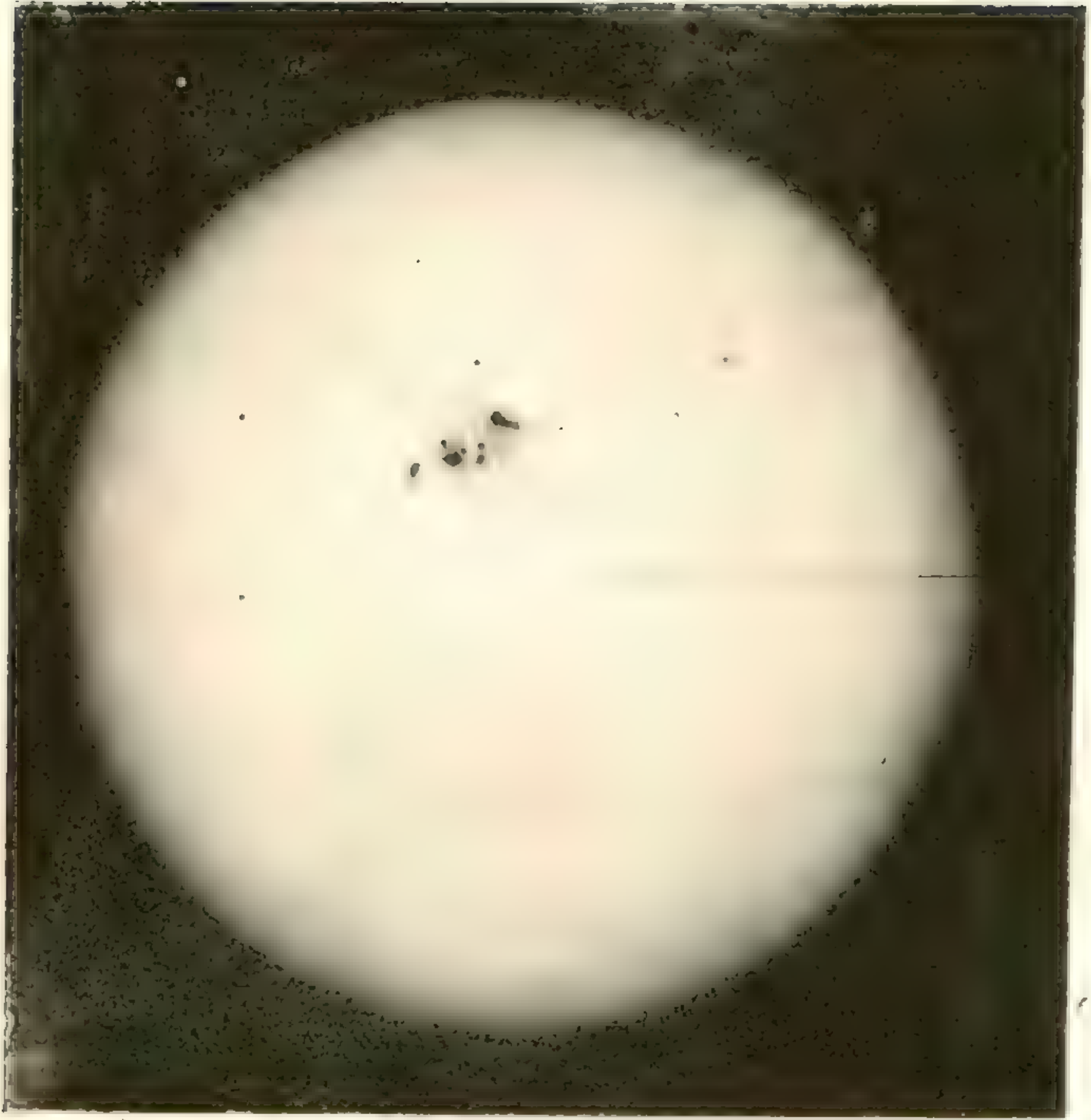
88C

శ్రీ వెంకట గంగవాలయమ్  
శిలపొగ్గా. (పుట. 75)



3-వ పటము. నక్షత్రరాశులు (పుట. 75)  
అంబుడుటుసున్న అంకెలు రెట్టవనెన్జన్సు సూచించును.

880



4 వ పటము. దీప్తివర్ణము (పట. 132)



• కాసియోపియారాశికి పెర్సియస్ రాశి యెంతదూరమున నున్నదో ఇంచుమించు అంతేదూరములో దానికి రెండవవైపున సిఫియస్ రాశి గలదు. కాసియోపియారాశికంటె నీరాశి ధ్రువనక్షత్రమునకు చేరువగ నున్నది. ఈరాశిలో ముఖ్యమైన నక్షత్రము లాకు. అవి మిగుల దీప్తికలవి కావుగాని వానిలో డ్యౌసిఫియై విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార యగుటవలన నీరాశికి ప్రత్యేకప్రాముఖ్య మేర్పడినది.

సిఫియస్, కాసియోపియా, పెర్సియస్, ఏంక్రోమిడా అను నాలుగు ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులును ఒకదాని ప్రక్క నొకటి యున్నవి.

ఆకాశమందున్న నక్షత్రములన్నిటిలోను 20 నక్షత్రములు మిక్కిలి ఎక్కువ దీప్తిమంత మైనవి. వీనిలో మూడు నక్షత్రములు- వేగా, డేనబ్, ఆల్టైర్- సెప్టెంబరు నెలలో రాత్రి సుమారు 9 గంటలకు ఆకాశములో ఉత్తరభాగమున యామ్యోత్తర రేఖాప్రాంతమందు కనపడును. ఈనక్షత్రములను మూడింటిని చేర్చినచో చక్కటి త్రిభుజ మేర్పడును. ఇక వీనిలో అధికదీప్తిమంతమైనది వేగానక్షత్రము. ఆకాశములోని నక్షత్రము లన్నింటిలోను దీప్తిక్రమమున నిది నాల్గవది. అర్సామేజర్ రాశిలోని గామా, డ్యౌ నక్షత్రములను కలుపు రేఖను డ్యౌవైపునకు పొడిగించినచో తేతనీలికాంతి కో తేజ రిల్లుచున్న వేగానక్షత్రము ద్వారమున అది పోవును.

వేగానక్షత్రము లైరానక్షత్రరాశికిచెందిన తార. ఈ నక్షత్రరాశి చాలచిన్నది. కాని అనేక అద్భుతదృశ్యములు

ఆకాశములో నీనక్షత్రరాశియున్న తావున గోచరించును. లైరా నక్షత్రరాశిలోని మరినానుకు నక్షత్రములు సమాంతరచతుర్భుజ శీర్షములందు వేగా నక్షత్రమునకు దక్షిణమున నున్నవి. వీనిలో బీటా, గామా నక్షత్రముల నడుమ ప్రదేశములో అంగుళ్యాకార నెబ్యులా కలదు.

జేనబ్ నక్షత్రము పైగ్నస్ రాశికి చెందినది. దీనికి ఆల్ఫా పైగ్నస్ అని సాంకేతికనామము. లైరారాశికి సరిగా తూర్పున పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్న నక్షత్రరాశియే పైగ్నస్. ఈరాశికి చెందిన బీటా పైగ్నస్ నక్షత్రము అందమైన యుగళతార. 'కోల్ సాక్ నెబ్యులా' యీ నక్షత్రరాశియున్న తావుననే కలదు. ఈ నక్షత్రరాశికి చెందిన 61-పైగ్నస్ నక్షత్రదూరమునే శాస్త్రజ్ఞులు మొట్టమొదట కనుగొనినారు.

ఆల్టైర్ నక్షత్రము ఏక్విలా నక్షత్రరాశిలో ముఖ్యమైన తార. వేగా, బీటా పైగ్నస్ నక్షత్రములను కలుపునట్టి రేఖను బీటా పైగ్నస్ దిశగా పొడిగించినచో నది ఆల్టైర్ నక్షత్రమును చేరుకొనును. ఆల్టైర్ నక్షత్రమున కిరువైపుల రెండు చిన్న నక్షత్రము లున్నవి. ఈ నక్షత్రము లన్నియును ఏక్విలా నక్షత్రరాశికి చెందినవే.

పైగ్నస్, ఏక్విలా రాసులకు నడుమ డెల్ఫినస్, సగిట్టా అను రెండు చిన్న నక్షత్రరాసు లున్నవి. సగిట్టా అల్పదీప్తి మంతములైన అయిదు నక్షత్రములతో నేర్పడిన నక్షత్రరాశి. డెల్ఫినస్ రాశికి పశ్చిమముగా పాలపుంతను చేరి యీ నక్షత్రరాశి



యున్నది. సగిట్టా లైరా సక్షత్రరాసులకు సమమనుండి అబ్బు తేజోవంతమైన మతియొక సక్షత్రరాశి వుల్ పెళ్ళలా. డమెబెల్ ఆకారమందున్న నెబ్బలా యీభాగమందే గలదు.

లైరారాశికి పశ్చిమదిశగా వ్యాపించి హెక్ట్యులస్, కొరొనా బారియాలిస్, బూటెస్, కేనెస్ నెనాటిసి సక్షత్ర రాసులు వరుసగా వ్యాపించియున్నవి. ఇనన్నియు వేచవి కాలపు సక్షత్రరాసులే.

సప్తర్షి మండలమందలి తోకలోని సక్షత్రము లేరీతిగా వంపుతిరిగియున్నవో ఇంచుమించు ఆవిధముగనే ఒకవంపు రేఖను దక్షిణముగా పొడిగించినచో నది ఆర్క్ట్యూరస్ అను ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రమును చేరుకొనును. ఇది బూటెస్ సక్షత్రరాశికి చెందినతార. ఆల్ఫాబూటిస్ అని దాని సాంకేతికనామము. బూటెస్ రాశిలోని మిగిలిన సక్షత్రములంత యెక్కువదీప్తిమంతములు గావు. కాని ఎస్పిలాన్ బూటిస్ సక్షత్రము అందమైన జంటతార.

బూటెస్ రాశికి ప్రక్కగా తూర్పుననున్న చిన్న సక్షత్ర రాశియే కొరొనాబారియాలిస్. దీనిలోని సక్షత్రము లన్నియును అర్ధవృత్తాకారమున సమరియున్నవి.

కొరొనాబారియాలిస్, లైరా సక్షత్రరాసులకు సమమ నున్న పెద్ద సక్షత్రరాశి హెక్ట్యులస్. ఇది ఆకాశములో చాల మేర వ్యాపించియున్నది.

హెక్ట్యులస్ రాశికి సరిగా దక్షిణముననున్న ఒఫియూఖస్ సక్షత్రరాశియును, దానికి దక్షిణముననున్న స్కార్పియస్

నక్షత్రరాశియునుకూడ ఆకాశములో ఎక్కువప్రదేశము నాక్రమించియున్న నక్షత్రరాసులు.

స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుట కడుసులభము. ఎఱ్ఱని కాంతితో ప్రకాశించుచు నధికదీప్తిమంతమైయున్న ఆంటారెస్ నక్షత్రమును, ఆనక్షత్రమునుండి తేలుతోకను స్ఫురింపజేయుచు వంకరగా వ్యాపించియున్న నక్షత్రములును స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుటను సులభతరమొనర్చుచున్నవి. ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రమునుండి కొరొనాబారియాలిస్, హెక్ట్యులస్ రాసుల నడుమగా నొకగీతను గీసినచో నది ఆంటారెస్ నక్షత్రద్వారమున పోవును. ఈస్కార్పియస్ నక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుట కిది మరియొకపద్ధతి. ఆంటారెస్ చాలపెద్ద నక్షత్రము. మనసూర్య గోళవ్యాసమునకు రమారమి 400 రెట్లు దీనివ్యాసమున్నది. దీనిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచు ఆకుపచ్చనినక్షత్రము చిన్న దొకటి యున్నదని ఆధునిక ఖగోళవిజ్ఞాను లన్వేషించినారు.

స్కార్పియస్ నక్షత్రరాశి 12 క్రాంతివృత్త మండల నక్షత్రరాసులలో నొకటి. దీనిలో ఎక్కువభాగము క్రాంతి వృత్తమునకు దక్షిణముగా నున్నది. దీనికి తూర్పుననున్న సగిటేరియస్ రాశిలోను, పశ్చిమముననున్న లైబ్రారాశిలోను ఎక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రములేమియు లేవు.

ఏండ్రోమిడా, పెగాసస్, ట్రయాంగ్యులమ్, ఏరీజ్, పిసీజ్, ఎక్వేరియస్ లు శీతకాలములో కనపడు నక్షత్రరాసులు. గ్రువనక్షత్రమునుండి యొకగీతను కాసియోపియా రాశి పడమటి ప్రక్కనుండి దక్షిణదిశగా పొడిగించినచో ఇంచుమించు సమ



చతురస్రాకారమందున్న నాలుగు కాంతిమంతమైన నక్షత్రముల నది చేరుకొనును. అదియే పెగాసస్ రాశి. పెగాసస్ రాశియొక్క పెద్దచతురస్రము (ది గ్రేట్ స్క్వేర్ ఆఫ్ పెగాసస్) అని యీనాలుగు నక్షత్రములను శీర్షికలుగా గలిగిన ఆకారమును పేర్కొందురు. ఈ పెద్దచతురస్రశీర్షికలందలి నాలుగు నక్షత్రములలోను మూడునక్షత్రము లీరాశికిని, ఒకనక్షత్రము ఏండ్రోమిడా రాశికిని చెందియున్నవి. ఈచతురస్రమందు చిన్నచిన్ననక్షత్రములనేకములు గలవు ; వృక్షికంట్రికో రమారమి 100 నక్షత్రములనుకూడ అందు కనుగొనవచ్చును. అర్నా మేజర్ రాశివలె నీరాశికూడ ఆకాశములో చాలమేరకు విస్తరించియున్నది. ఆల్ఫా పెగాసైనుండి డెల్ఫినస్ రాశివైపునకును, బీటా పెగాసైనుండి సైగ్నస్ రాశివైపునకును పెగాసస్ రాశికి చెందిన రెండుశాఖలు వ్యాపించియున్నవి.

పెగాసస్ ఏండ్రోమిడా రాసులకు దక్షిణమున V- ఆకారమందున్న నక్షత్రరాశియే పిసీజ్. దానికి తూర్పున ఏరీజ్ రాశియున్నది. ఇది చాల చిన్న నక్షత్రరాశి. పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకును ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమునకును నడిమిభాగములో పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకు కొద్దిగా చేరువగానున్న ద్వితీయపరిమాణతార ఏరీజ్ రాశిలోని ముఖ్య నక్షత్రము. దీనికి ఆల్ఫా ఏరైజిస్ అనిపేరు. ఈనక్షత్రమునకు చేరువగా నైరుతిదిశలో మరిరెండు చిన్ననక్షత్రము లున్నవి. ఇవియును ఏరీజ్ రాశికి చెందిన నక్షత్రములే. సూర్యుడు త్తే రాభిముఖుడై ఆకాశమున సంచరించుచు ఈనక్షత్రరాశియున్న

తావుననే అతిప్రాచీనకాలములో నభోమధ్యరేఖను దాటుచుండెడివాడు. క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులలో మొదటిదానిగా ఏరీజ్ రాశి పరిగణింపబడుటకు కారణమిదే. కాని అయనచలనమువలన ఉత్తరాభిముఖసంచారమైన సూర్యుడు ఏరీజ్ రాశియున్న తావున ప్రస్తుతము నభోమధ్యరేఖను దాటుచున్నట్లు గోచరమగుచున్నది.

ఏరీజ్ రాశికి పశ్చిమమున ఎక్వేరియస్, కేప్రికార్నస్ రాసులు వరుసగా నున్నవి.

ఏరీజ్ రాశి కుత్తరమునను, ఏండ్రోమిడారాశిలోని గామా నక్షత్రమునకు సరిగా దక్షిణమునను, ఆల్ఫా ఏరైటిస్ గామా ఏండ్రోమిడె నక్షత్రములకు సమానదూరములోను త్రయాంగ్యులమేరాశి గలదు. ఇది మిక్కిలి చిన్ననక్షత్రరాశి.

పెర్సియస్ రాశికి దక్షిణముననున్న చిన్న నక్షత్రముల గుంపునకు స్లియడిస్ అనిపేరు. ఈగుంపులో వట్టికంటికి రమారమి 7 నక్షత్రములు గోచరమగును. పిల్లలకోడియని మనము పేర్కొనున దీరాశియే. టారస్ రాశిలో ఇదియొకభాగము.

టారస్ రాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము ఆల్డిబెరాన్. స్లియడిస్ కు ఆగ్నేయదిశగా నిది యున్నది. హయాడిస్ అను నక్షత్రసమూహము ఈరాశికి చెందినదే.

శీతకాలమున కనిపించు నక్షత్రరాసులలో ఒరయస్ రాశి మిగుల ఆకర్షకమైనది. స్లియడిస్ నక్షత్రసమూహమునుండి ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రద్వారమున ఆగ్నేయదిశగా నొక గీతను గీసినచో నది మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన బీటల్ గాజ్ నక్షత్రమును



చేరుకొనును. బీటల్ గాజ్ నక్షత్రము ఒరయన్ రాశికి చెందిన తార. దీనికి ఆల్ఫా ఒరయానిస్ అని సాంకేతికనామము. ఒరయన్ రాశికి చెందిన బీటా ఒరయానిస్ నక్షత్రముకూడ మిగుల దీప్తిమంతమైనదే. రైగల్ అని దానికి ప్రత్యేక నామము గలదు. బీటల్ గాజ్, రైగల్ నక్షత్రములకు మధ్య నున్న డెల్టా, ఎస్పిలాన్, జీటా నక్షత్రములను 'ఒరయనుని పటకా' యని పేర్కొందురు. ఈపటకాగా నేర్పడిన నక్షత్రములకు ప్రక్కగా, రైగల్ నక్షత్రమునైపున నొక నెబ్యులాయున్నది. ఒరయన్ రాశిలోని గొప్ప నెబ్యులా (ది గ్రేట్ నెబ్యులా ఇన్ ఒరయన్) యని దానికి పేరు.

ఒరయనుని పటకా సరిగా నభోమధ్యరేఖపై నున్నది. అందుచేత ఒరయన్ రాశిలోని కొంతభాగము ఉత్తరార్ధనభోగోళమందును, మరికొంతభాగము దక్షిణార్ధనభోగోళమందును నుండును.

ఒరయన్ రాశిగలప్రదేశము ఆకాశములో మిగుల దీప్తిమంతమైన నక్షత్రములుగల మండలము. ఒరయన్ రాశికి చెందిన బీటల్ గాజ్, రైగల్ నక్షత్రములు, కేనిస్ మేజర్ కు చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము, కేనిస్ మైనర్ కు సంబంధించిన ప్రోసియాన్ నక్షత్రమును, టారస్ రాశిలోని ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమును ఈమండలమందే యున్నవి.

ఆకాశమందలి నక్షత్రము లన్నిటిలోను మిక్కిలి దీప్తిమంతమైనది కేనిస్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము. ఒరయనుని పటకాభాగమందలి డెల్టా, ఎస్పిలాన్, జీటాలను

కలుపురేఖను ఆగ్నేయదిశగా పొడిగించినయెడల నది సిరియస్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.

‘ఒరయస్ నక్షత్రరాశికి చెందిన బీటల్ గాజ్, కేనిస్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్, కేనిస్ మైనర్ రాశికి చెందిన ప్రోసియాన్ అను నక్షత్రములు మూడును సమబాహు త్రిభుజ శీర్షికలవలె నభోవీధియం దమరియున్నవి. ప్రోసియాన్ కూడ తేజోవంతమైన నక్షత్రమే. పాలపుంత కొకవైపున ప్రోసియాన్ నక్షత్రము, రెండవవైపున సిరియస్ నక్షత్రము నుండుట గమనింపదగినది. దీనినిబట్టి యీనక్షత్రరాసులను సులువుగా గుర్తించవచ్చును.

కేనిస్ మేజర్, కేనిస్ మైనర్ రాసులకు నక్షమ మోనోసెరాస్ నక్షత్రరాశిగలదు. ఈరాశిలోని నక్షత్రము లన్నియు నత్యల్ప దీప్తికలవి.

ప్రోసియాన్ నక్షత్రమునకు సరిగా నుత్తరమున నున్న దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పోలక్సు. ఇది జెమినై నక్షత్రరాశికి చెందినతార. దీనిని బీటా జెమినోరమ్ అని కూడ పేర్కొందురు. పోలక్సు, ఆల్డిబెరాన్, సిరియస్ నక్షత్రములు మూడును కూడ సమబాహుత్రిభుజ శీర్షికలవలె నమరియున్నవి. అర్కా మేజర్ రాశిలోని డెల్టా, బీటా నక్షత్రములను కలుపురేఖను బీటా నక్షత్రదిశగా పొడిగించినచో నది పోలక్సు నక్షత్రము చెంతకు పోవును. పోలక్సు నక్షత్రమునకు చేరువను సరిగా ఉత్తరముననున్న నక్షత్రము కేప్టర్. ఇది ఆల్ఫా జెమినోరమ్.

టారస్ రాశిప్రక్కను ఉత్తరదిశయందున్న నక్షత్రరాశి ఆరిగా. పెస్సియస్ రాశికి చెందిన గామా, ఆల్ఫా, డెల్టా



నక్షత్రములను కలుపునట్టి వంపురేఖను డెబ్బానక్షత్ర దిశగా పొడిగించినచో నది ఆరిగానక్షత్రరాశిలోని హెచ్చు దీప్తి మంతమైన నక్షత్రమును చేరుకొనును. అదే ఆరిగానక్షత్ర రాశిలోని కేపెల్లా నక్షత్రము. దీనిని ఆల్ఫాఆరిగె యనకూడ పేర్కొందురు. పాలపుంతయంచున, ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమున కుత్తరముననున్న ట్లిది యగ్రపడును.

ఆరిగానక్షత్రరాశిలో తక్కువ దీప్తికల నక్షత్రములు చాలగలవు. అవి యెక్కువగా పాలపుంతలోనే యున్నవి. ఈభాగమందు పాలపుంత వెడల్పు చాలహెచ్చు.

ఆరిగా నక్షత్రరాశి ఫిబ్రవరి నెలలోను, జెమినైరాశి మార్చి నెలలోను రాత్రి 9 గంటల ప్రాంతములో యామ్యోత్తరరేఖపై గోచరమగును. జెమినై నక్షత్రరాశికి తూర్పున నున్న లియోరాశి రాత్రికాలమం దాసమయములో ఏప్రిల్ నెల నడుమగాని యామ్యోత్తరరేఖపై ప్రత్యక్షముకాదు. అర్పా మేజర్ రాశిలోని సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువనక్షత్రము నైపునకుగాక దానికి విముఖదిశగా పొడిగించినచో నది లియో నక్షత్రరాశిని చేరుకొనును. ఈరాశిలోని ఎక్కువదీప్తిమంత మైన నక్షత్రమునకు రెగ్యులస్ అనిపేరు. ఆల్ఫాలియోనిస్ అని దీని సాంకేతికనామము. బీటాలియోనిస్ను డెనబోలా యని వ్యవహరింతురు.

లియో, జెమినైరాసులకు నడుమనున్నదే కేన్సర్ రాశి. ఈరాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన నక్షత్ర మొకటియును లేదు. ప్రెసెపె యను విచిత్రమైన నభోమూర్తి యీరాశికి

చెందినదే. పొట్లపువ్వు ఆకారమందున్న మబ్బుతునకవలె గోచరమగునుగాని వాస్తవముగా నది యనేక నక్షత్రముల కూటమి. దూరదర్శినితో నవేక్షించినయెడల ఈకూటమిలోని నక్షత్రములు విడివిడిగా మనకు గోచరమగును.

లియోకు తూర్పుననున్న వర్గోరాశికూడ క్రాంతివృత్త మండల నక్షత్రరాశియే. సప్తర్షి మండలములోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములను కలుపురేఖను గామా నక్షత్రదిశగా పొడిగించిన యెడల అది వర్గోనక్షత్రరాశిలో అధికదీప్తికల వైకా నక్షత్రము చెంతనుండి పోవును. వైకానక్షత్రమునకు ఆల్ఫా వర్జీనిస్ అని సాంకేతికనామము. లేతనీలికాంతిలో నిది ప్రకాశించుచుండును. వర్గోనక్షత్రరాశిలోని తారలలో నిదియొక్కటియే అధికదీప్తిగల నక్షత్రము. బూటెస్ రాశిలోని ఆర్క్ట్యూరస్ నక్షత్రమునకు దక్షిణముగా నిది యున్నది. నభో మధ్యరేఖ కిరువైపులను ఆకాశములో చాలమేర విస్తరించి యీ నక్షత్రరాశి గలదు.

కార్వస్, హైడ్రా, సెక్స్టాన్సు మున్నగు దక్షిణార్ధ నభోగోళమందలి నక్షత్రరాసు లన్నియును వర్గో, లియో నక్షత్రరాసులకు దక్షిణమందున్నవి.

ఒఫియూఖస్ నక్షత్రరాశి క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్ర రాసులలో నొకటి గాకపోయినను స్కార్పియస్ రాశినుండి సగిలేరియస్ రాశికి పోవునపుడు ఈరాశిఅవధుల నడుమ రమా రమి 18½ దినములు సూర్యుడు గడపును. ఈరాశి స్కార్పియస్ రాశికి సరిగా ఉత్తరముననున్నది. ఇందధిక దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము లేమియును లేవు.



సగిటేరియస్కు తూర్పుననున్న క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాశి కేప్రికార్నస్. దీనిలోగాని దీనికి తూర్పున నున్న ఎక్వేరియస్ రాశిలో గాని అధిక తేజోవంతమైన నక్షత్రము లేమియును లేవు. అట్టోబరు, నవంబరు నెలలలో రాత్రి తొమ్మిదిగంటలలోపున యామ్యాత్తర రేఖపై నీనక్షత్రరాసులు గోచరమగును.

స్కార్పియస్ నక్షత్రరాశిలోని తేలుకోకకు తూర్పు భాగమందు టెలిస్కోపియం, ఏరా, పేవో, ఇన్డస్ రాసులును, పశ్చిమభాగమందు ల్యూపస్, సెంటూరస్ నక్షత్రరాసులును నున్నవి. దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులలో సెంటూరస్ ఎక్కువ మేరకు విస్తరించియున్న రాశి. ఈనక్షత్రరాశికిచెందిన ఆల్ఫా, బీటా నక్షత్రములు రెండునుకూడ దీప్తిమంతమైనవి. దీప్తిక్రమములో ఆల్ఫా సెంటూరీనక్షత్రము మూడవనక్షత్రముగా పరిగణనమునకు వచ్చును. ఆల్ఫా సెంటూరీ నక్షత్రమునకు సహచరిగానున్న ప్రోక్సిమా సెంటూరీయే సూర్యుని తరువాత భూమికి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము. ఇది అల్పదీప్తికల నక్షత్రమగుటవలన వట్టికంటికి కనిపించదు.

సెంటూరస్ నక్షత్రరాశికి దక్షిణమున క్రక్కు నక్షత్రరాశి గలదు. ఉత్తరాధ్యగోళమందలి అర్కామేజర్ రాశివలె దక్షిణాధ్యగోళమం దీరాశిని దక్షిణాధ్రువచిందువును కనుగొనుటకై యుపయోగింతుడి. కాని అర్కామేజర్ రాశివలె ఇది యెక్కువమేరకు విస్తరించిలేదు. ఈరాశికిచెందిన ముఖ్యమైన నాలుగునక్షత్రములును ఎక్కువదీప్తికలవి ; వానిలోరెండు

నక్షత్రముల అర్థాంతరాళికి చెందిన ఆల్ఫా, బీటా నక్షత్రములకును కూడ తేజోవంతములై యుండును.

దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులందెల్ల ఎరిడేనస్ నక్షత్రరాశి కడుదీర్ఘమైనది. ఇది ఒరయన్ రాశికి చెందిన రైగల్ నక్షత్రముదగ్గర ప్రారంభమై సీటస్, ఫీనిక్సు, ట్యూకానా రాసులను దాటుకొని వంకరటింకరగా దక్షిణమునకు విస్తరించి చివరకు హైడ్రస్ రాశిని చేరుకొనును. ఈ రాశికి చెందిన ఆఫెర్నాక్ నక్షత్రము మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన తార.

ఎరిడేనస్ నక్షత్రరాశికి తూర్పువైపున కరైనా, పశ్చిమమున పైసిస్ ఆస్ట్రినస్ నక్షత్రరాసులున్నవి. కరైనా నక్షత్రరాశికి చెందిన కెనోపస్ నక్షత్రము కడునుజ్జ్వలమైన తార ; సిరియస్ నక్షత్రము తరువాత అదియే మిగుల దీప్తికలది. సిరియస్ నక్షత్రమునకు ఆగ్నేయ దిశగా నిది యుండును.

పైసిస్ ఆస్ట్రినస్ చాల చిన్న నక్షత్రరాశి. పెగాసస్ నక్షత్రరాశిలోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను కలుపుచున్న రేఖను సభోమధ్యరేఖను దాటి దక్షిణముగా పొడిగించిన యెడల నది పైసిస్ ఆస్ట్రినస్ రాశిలో దేదీప్యమానముగ వెలుగు ఫోమల్ హాట్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.



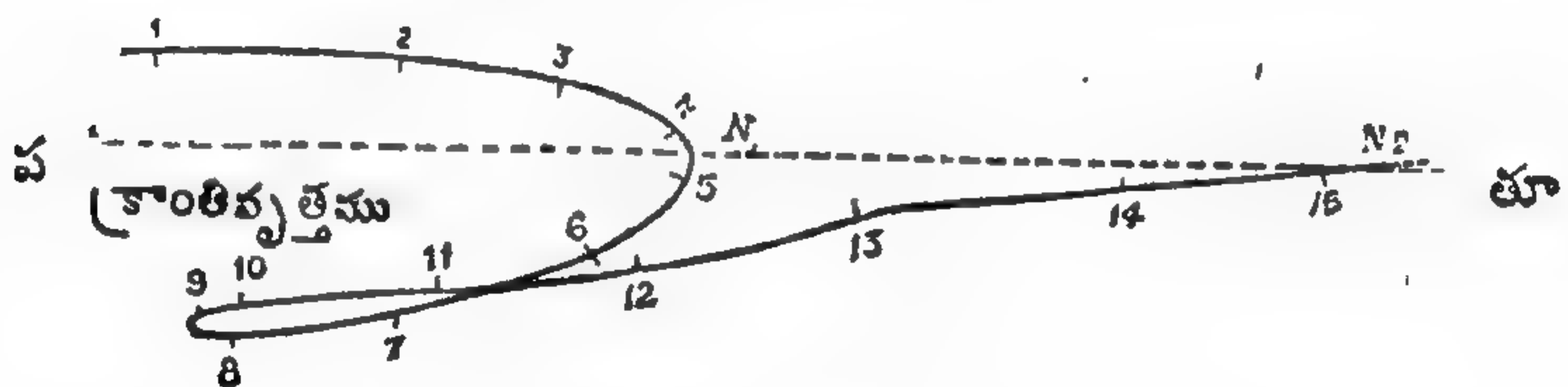
# 101 శ్రీ వేమన గ్రంథాలయము సూర్య కుటుంబ ముత్యములు. (కృష్ణా జిల్లా.)

## గ్రహచారము

ఆకాశములో మేషాదిరాసులు గల క్రాంతివృత్తమార్గమున సంవత్సరము పొడుగునను సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లభివ్యక్తమగునుగాని వాస్తవముగా నందు సంచరించుచున్నది భూమియే. నభోమూర్తులను జాగ్రత్తగా కొంతకాల మవేక్షించినచో గ్రహములును, చంద్రుడునుకూడ ఇంచుమించుగా క్రాంతివృత్తమార్గము ననుసరించియే సంచరించుచున్నట్లు స్పష్టమగును; అయితే గ్రహసూర్యుల గతులలో నొక వ్యత్యాసము మనకు కానరాకపోదు. సూర్యుడెల్లప్పుడు పడమరనుండి తూర్పునకు ప్రయాణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును; ప్రయాణము నడుమ కొంతతడ వాగి స్థిరముగా నిలిచియుండుటగాని, వెనుకకు నడచుటగాని ఆయనపట్ల గోచరముకాదు. సూర్యు డొక్కొక్కరాశిలో రమారమి ఒక నెలలోజులుండును కాబట్టి ఆయన గమనవేగముకూడ సామాన్యముగా సమానముగనే యుండును. కాని గ్రహముల విషయమున నట్లుగాదు. కొన్ని నెలలో, సంవత్సరములో నిర్విరామముగా గ్రహముల నవేక్షించినచో అవి పడమరనుండి తూర్పుదెసగా కొంతకాలము ప్రయాణముచేసి, పిమ్మట హఠాత్తుగా కొన్నిదినములక్కడ ఆగి, ఆతరువాత పడమటిదెసగా వెనుకకు నడిచి అట్లుపైని తూర్పుదెసగా ప్రయాణమును సాగించినటుల వ్యక్తమగును; అంతేగాక వాని వేగపరిమాణములోకూడ మార్పువచ్చిన

ట్లభివ్యక్తమగును. గ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుగా పయనించుచున్నపుడవి ఋజుగతిని కలిగియున్నవనియు, తూర్పునుండి పడమటదెసగా సంచరించినపుడు వక్రించినవి లేదా వక్రగతిని పొందినవనియు, సుస్థిరముగా నున్నపుడు స్తంభించియున్నవనియు, మితిమీరినవేగముతో చరించినపుడు అతిచారము నొందినవనియును శాస్త్రప్రభాషలో పేర్కొందురు.

భూమినుండి అవేక్షించినపుడు ఆకాశములో నొక గ్రహము సంచరించినమార్గము నక్షత్రములనుబట్టి యెట్లుగోచరమగునో 18 వ చిత్రము సూచించును. చిత్రములోని అంకెలు



18 వ చిత్రము

సమానవ్యవధిగలకాలములలో నొకగ్రహస్థానములను సూచించును. ఇంచుమించుగా 5- అంకె గల స్థానమువరకును తూర్పుగా సంచరించిన ఆ గ్రహము అంతఃనుండి పశ్చిమదిశగా వెనుకకు సంచరించుటను ప్రారంభించి, రమారమి 9- అంకె గల స్థానమువరకును ఆదిశగానే గమనించినది ; ఆతరువాత నది తిరిగి తూర్పుదిశగా ముందునకు ప్రయాణమును సాగించినది. చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో 4, 5- అంకెలు సూచించుస్థానముల ప్రాంతమునను, 9- అంకె సూచించుస్థానమునకు వెనుకను ఆ గ్రహము తనకక్ష్యయందు స్థిరముగా



నున్నట్లు వ్యక్తమగును. అనగా నప్పుడా గ్రహము స్తంభించి యున్నది. గ్రహస్తంభము గ్రహగతి ఋజుగతినుండి వక్రగతికి మారినపుడును, వక్రగతినుండి ఋజుగతికి మారినపుడునుకూడ కలుగునని చిత్రమునుబట్టి మనకు వెల్లడియగును.

ఈరీతిగా సూర్యునకుగాని, యేనక్షత్రమునకు గాని లేని స్తంభవక్రగతులు గ్రహముల కుండుటకు కారణమేమి? అవి వాస్తవముగా వానికున్నగతులా? లేదా వానికవి నిజముగా లేకపోయినను భూమినుండి చూచుచున్నపుడు ఉన్నట్లుగా కనిపించుచున్నవా?

గ్రహములకు స్తంభ, వక్రగతులు వాస్తవముగా నున్నవి గావు. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న భూమినుండి ఆసూర్యునిచుట్టునే పరిభ్రమించుచున్న గ్రహముల నవేక్షించుటచేతనే వాని గమనములలో నట్టి విచిత్రగతులు గోచరమగుచున్నవి. అదియెల్ల సంభవించుచున్నదో స్థూలముగ పరిశీలించెదము.

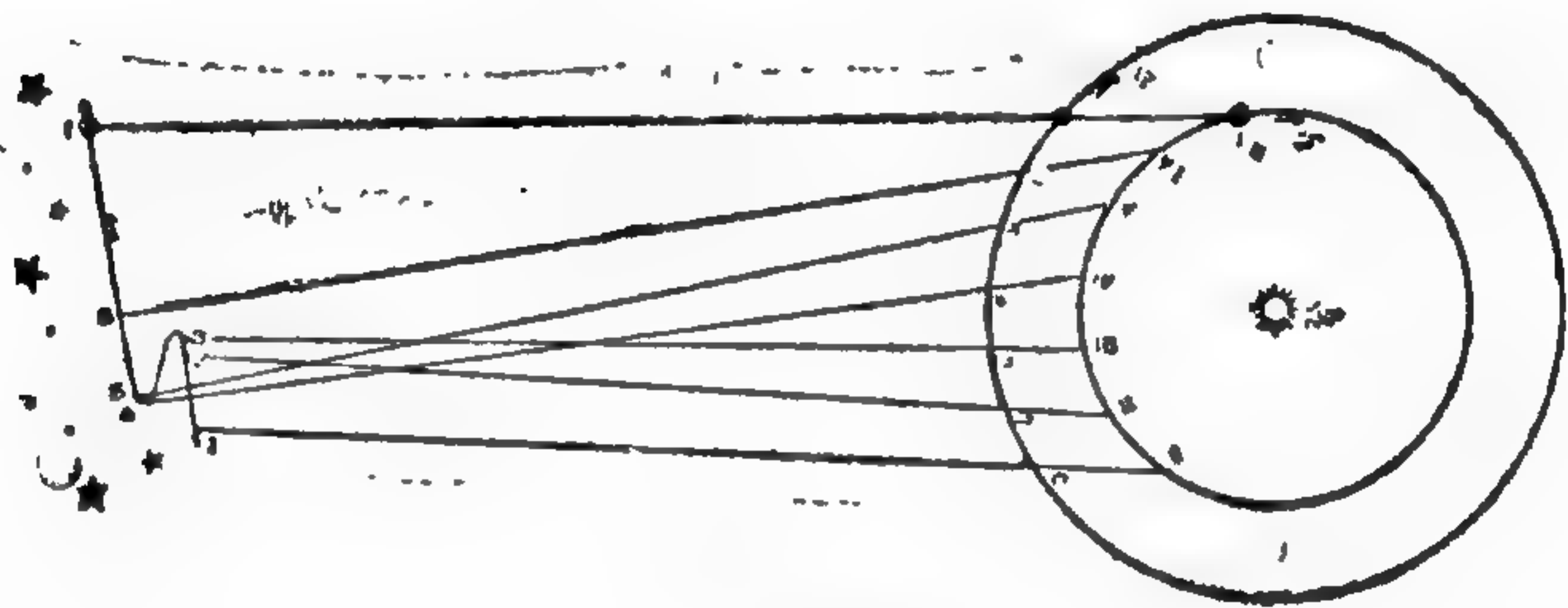
వాత్తేకునుండి సింహాచలమువరకును రెండురైళ్ళు ఏక సమయమున నడుచుటకు వీలుగా జంట మార్గము లున్నవి. అట్టివింకను పెక్కుతావులందుండవచ్చును. మెయిలు, ప్యాసెంజరు అను రెండురైళ్ళు వాత్తేకునుండి బయలుదేరి ఆమార్గములవెంబడి సింహాచలమువైపు పోవుటకు సిద్ధముగానున్న ననుకొందము.

ఆరైళ్ళలో మెయిలునందు మనము కూర్చుంటిమని యూహించెదము. ప్యాసింజరుబండి మనముకూర్చుండిన మెయిలు

బండికంటె ముందు బయలుదేరి సింహాచలమునైపు పోవుచున్న దనికూడ భావించుము. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మనమున్న మెయిలుబండి వాస్తేరులో బయలుదేరి ప్యాసింజరుబండి కంటెను ఎక్కువవేగముతో సింహాచలమునైపు పోవుచున్నదను కొందము. మెయిలుబండి బయలుదేరిన వెంటనే దానినుండి మనము ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో ప్యాసింజరుబండి ముందుకు పోవుచున్నట్లగపడును. ప్యాసింజరుబండి వేగముకంటె మెయిలుబండివేగము అధికముగాన బయలుదేరిన కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని కలిసికొనుట కవకాశమున్నది. అట్లవి కలిసికొనిన సమయములో మనముకూర్చుండిన మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో అది స్థిరముగనున్నట్లు కనపడును. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని దాటిపోవును. అప్పుడు మనము మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండినైపు చూచినచో ఆ ప్యాసింజరుబండి వెనుకకుపోవుచున్నట్లగపడును. భిన్న వేగములు గల రెండు రైలుబండ్లలో ఒకదానినుండి రెండవదానిని చూచినపుడు వాని సాపేక్ష స్థానములను, సాపేక్ష వేగములనుబట్టి వాని గతులలో పురోగమన, తిరోగమన, స్తంభము లభివ్యక్తమగునని దీనివలన వ్యక్తమగును. ఈరెండు రైలుబండ్లవలెనే గ్రహములు కూడ ఏకదిశలో సూర్యునిచుట్టును భిన్న వేగములతో సంచరించుచున్నవి కాబట్టి పరిభ్రమణస్థితియందున్న భూమినుండి చూచినపుడు అవేక్షితగ్రహము తన సాపేక్ష వేగము ననుసరించి ఋషావక్రాదిగతులను కలిగియున్నట్లు కనపడును.



19 వ చిత్రములో సూ- సూర్యుని, లోపలిమార్గము భూకక్ష్యను, వెలుపలిమార్గము కుజగ్రహకక్ష్యను నిరూపించు చున్నవనుకొందము. లోపలికక్ష్యలోని I, II, III, IV, V, ... అను అంకెలు సమానవ్యవధిగల కాలములలో



19 వ చిత్రము

ఆకక్ష్యయందు భూమిస్థానములను, వెలుపలికక్ష్యలోని ౧, ౨, ౩, ౪, ౫, ... అను అంకెలు లోపలికక్ష్యలోని భూస్థానములకు అనురూపమైన కుజగ్రహస్థానములను ఆ వెలుపలికక్ష్యలోను నిరూపించుచున్న వనుకొందము. భూమి I నుండి III కు ప్రయాణముచేయునప్పుటికి కుజగ్రహము తనకక్ష్యలో ౧ నుండి ౩ కు ప్రయాణముచేయును. కాని నక్షత్రములనుబట్టి గగన తలమున నది 1 నుండి ౩ వరకును పయనించినట్లగపడును. ఇట్లది గగనతలమున 1 నుండి ౩ వరకును ప్రయాణముచేసినట్లగపడుట కేవలము దృశ్యముమాత్రమే; వాస్తవముగా జరిగినదికాదు. భూమి III ను చేరుకొనినప్పుడు సూర్యుడును, భూమియును, కుజుడునుకూడ ఇంచుమించుగా ఒకేసరళరేఖలో నుందురు. ఇంతటినుండి నక్షత్రములనుబట్టి గగనతలమున కుజును వక్రగతినిపొందినట్లు గోచరించును. భూమి IV ను

ప్రవేశించునప్పటికికూడ కుజున దింకను వక్రగతియే. భూమి కుజుని బాగుగాదాటి ముందుకు పోయినపిమ్మటగాని కుజ గ్రహము వక్రగతిని విడువదు. భూమి V ను చేరుకొనునప్పటికి కుజగ్రహము ఋజుగతిని పొందినట్లు మనకుగోచరించును. అప్పుడది ఆకాశములో 5 అనుస్థానముననున్నట్లు కనపడును.

### గ్రహ ప రి భ్ర మణ ము

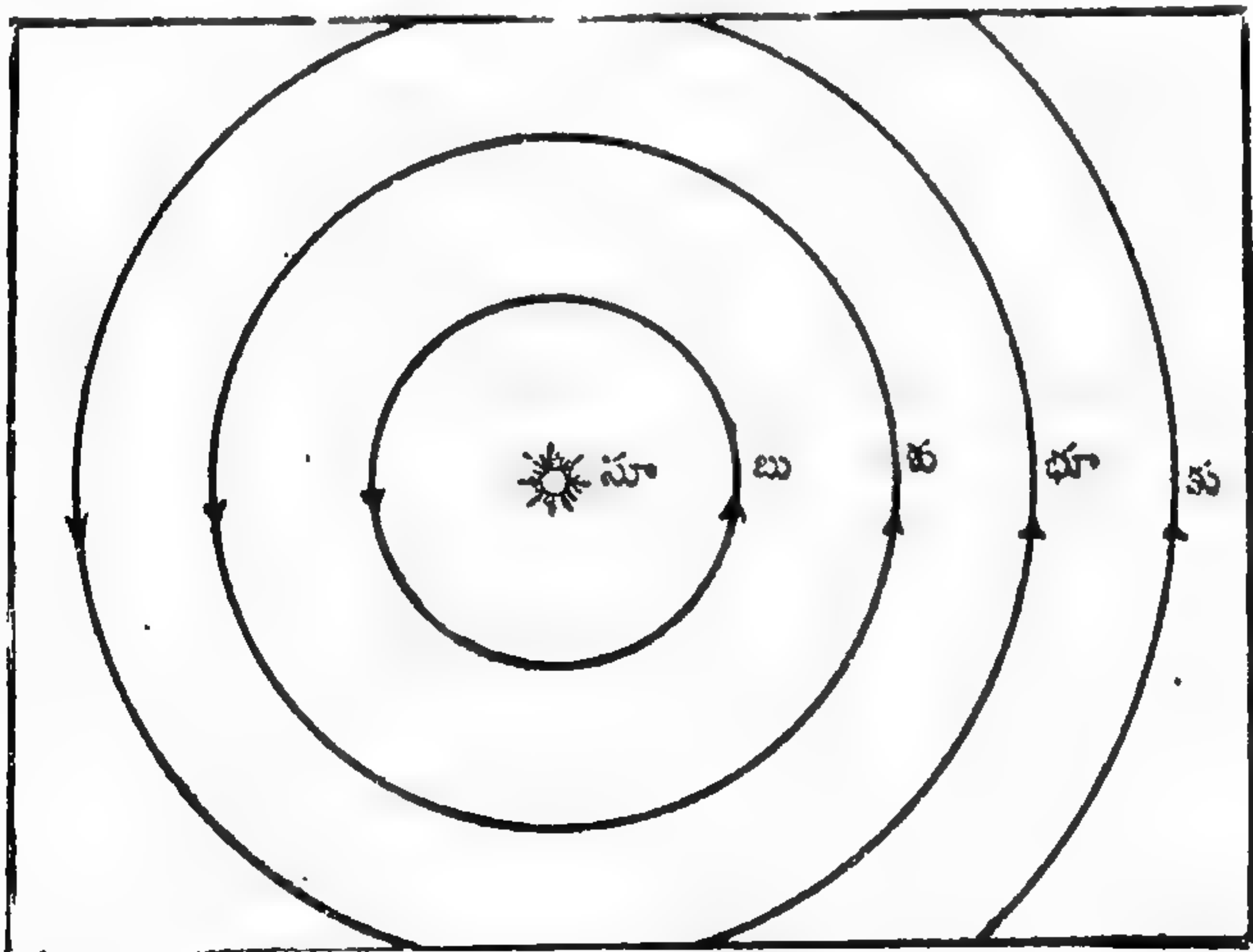
గ్రహముల ఋజువక్రకాచగతులు కేవలము దృశ్యములు మాత్రమే. అవి వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి. సూర్యునిచుట్టును గ్రహములు భిన్న వేగములతో నిర్దిష్టకక్ష్యలనెంబడి పరిభ్రమించుచున్నవని యూహించినచో గ్రహగతులను సులభముగా విశదీకరింపవచ్చునని కోపర్నికస్ అను విజ్ఞాని 16 వ శతాబ్దములో నెల్లడించెను. అటుపిమ్మట 17 వ శతాబ్దములో గ్రహకక్ష్యల యాకారమునకును, వానిగతులకును అన్వయించు నియమములను కెప్లర్ విజ్ఞాని అరసెను. గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో నియమబద్ధములై సంచరించుటకు కారణము సూర్యుడు గ్రహములపై ప్రవర్తింపజేయుచున్న గురుత్వాకర్షణబలమేయని కనుగొనినమేధావి న్యూటన్.

సూర్యకుటుంబములో సూర్యుడు, గ్రహములు, ఉప గ్రహములు, తోకచుక్కలు, ఉల్కలు నున్నవికదా ! సూర్య కుటుంబపు మొత్తము ద్రవ్యసంచయములో నూటికి 99.86 పాళ్ళు సూర్యునియందే కేంద్రీకృతమైయున్నది. ఇంక మిగిలిన 0.14 పాళ్ళ ద్రవ్యముతోనే గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, అధికసంఖ్యాకములైన తోకచుక్కలు, ఉల్కలు నేర్పడినవి.



భూగోళద్రవ్యసంచయముకంటె సూర్యగోళ ద్రవ్యసంచయము రమారమి 3,32,000 రెట్లు హెచ్చు!

బ్రహ్మాండములో ద్రవ్యమయమైన మూర్తు లొకదాని నొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుననియును, ఆయాకర్షణబల పరిమాణము లామూర్తుల ద్రవ్యరాసులనుబట్టియును, వాని నడిమిదూరములనుబట్టియును నుండుననియు మనకు తెలిసినదే. సూర్యకుటుంబములో సూర్యు డధికద్రవ్యమయుడుగాన తన యధికద్రవ్యరాశిఫలితముగా నేర్పడిన బలముచే సూర్యకుటుంబ ములోని యితరమూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టును ప్రొప్పుకొను చున్నాడు. సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో నెన్నదగినవి గ్రహములు.

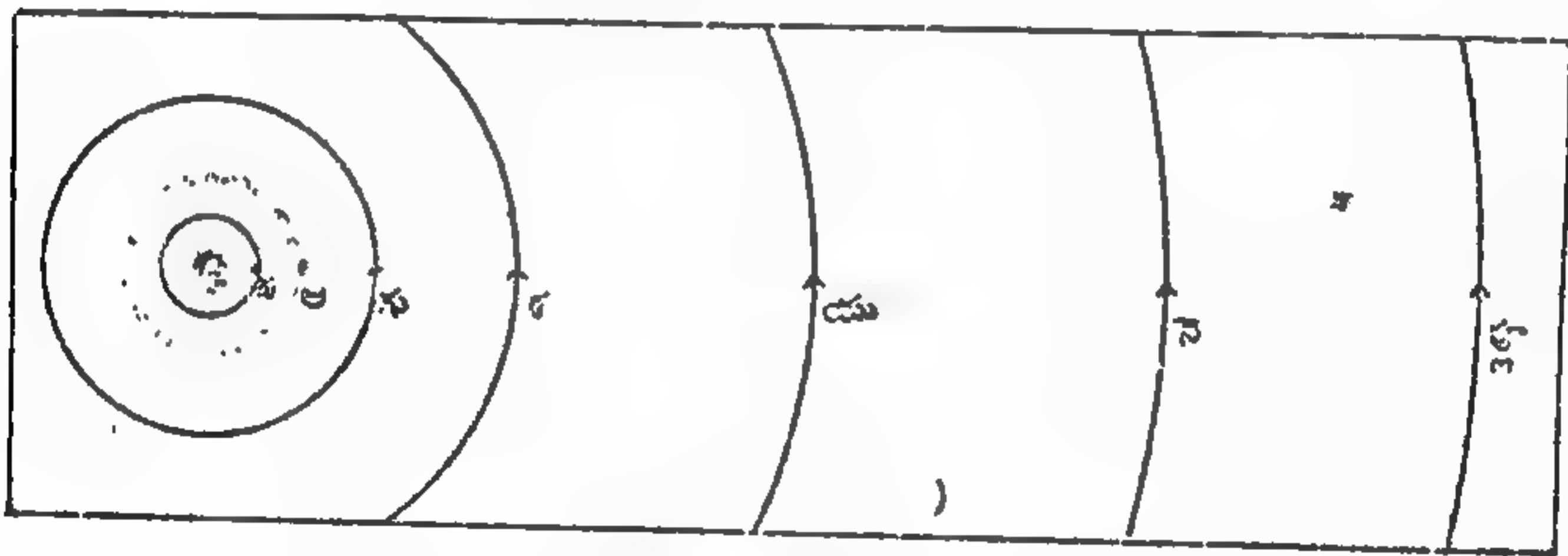


20 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో గ్రహములన్నియును కలిసి యేకమార్గము ననుసరించుటలేదు. ఒక్కొక్క గ్రహమునకు నిర్దిష్టమై యొక్కొక్క మార్గమున్నది. భిన్న గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబల పరిమాణములనుబట్టి ఆయా గ్రహకక్ష్యలపరిమాణములు నిర్ణీతమగును.

సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్న గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగానున్న కక్ష్యయందున్నది బుధగ్రహము. శుక్రుడు, భూమి, కుజుడు, ఆస్టిరాయిదులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహము లాతరువాత క్రమముగా వరుసలోనున్న కక్ష్యలలో సంచరించుచున్నవి. భూకక్ష్య



21 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

అ — సూర్యుడు

గు — గురుడు

బు — బుధుడు

శ — శని

శు — శుక్రుడు

యు — యురేనస్

భూ — భూమి

నె — నెప్ట్యూన్

కు — కుజుడు

ప్లూ — ప్లూటో

ఆ — ఆస్టిరాయిదులు

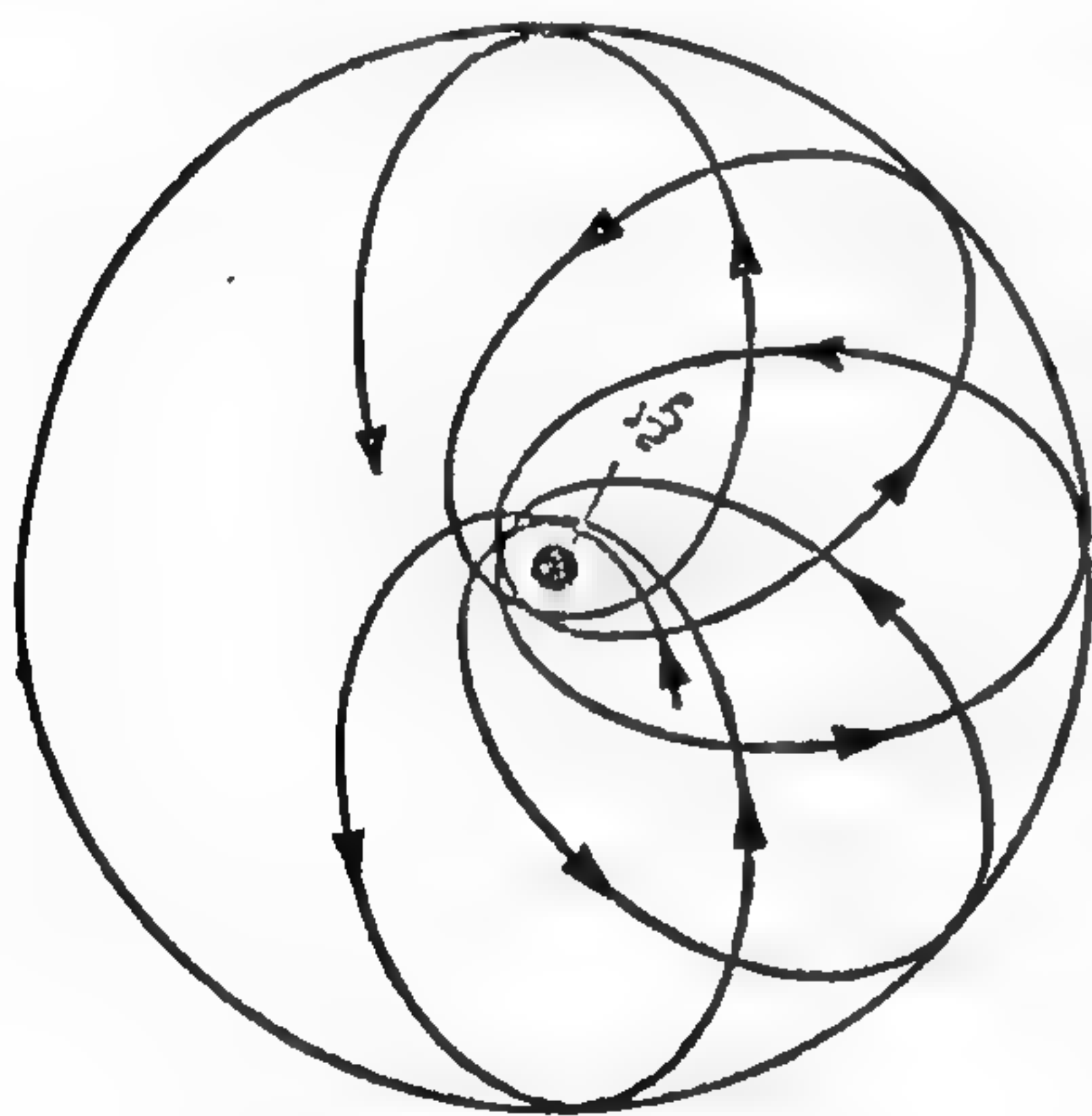


వలెనే గ్రహముల కక్ష్యలకూడ దీర్ఘవృత్తాకారములే. అవియును ఎక్కువగా సాగియుండలేదు ; అనగా వాని వికేంద్రతలు చాలతక్కువ. గ్రహము ల్పరిభ్రమించు ఎక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది ప్లూటో ; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.249 తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది శుక్రడు ; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.0068 ; కాబట్టి స్కేలనకు సరిగా గ్రహకక్ష్యలను గీసినచో వృత్తములకును దీర్ఘవృత్తాకారములైన యీగ్రహ కక్ష్యలకును ఎక్కువవ్యత్యాసము కానరాదు. ఈకక్ష్యలలో ఒకనాభియందు సూర్యుని నేర్పరచుకొని ఆయనచుట్టును గ్రహములు ఒకేదిశలో పరిభ్రమించుచుండును.

బుధగ్రహసంచలనమందు మరెయ్యేయితరగ్రహపరిభ్రమణమందును పొడగట్టిని విచిత్రతాంశమొకటి వ్యక్తమైనది. బుధగ్రహము సూర్యుని నాభిగా చేసికొని దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదికదా ! ఆకక్ష్యలో సూర్యునికి మిక్కిలి చేరువగానున్న బిందువును ఆగ్రహముయొక్క నీచస్థానమందును. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది బుధగ్రహమొక్కటే అయియుండినట్లయిన, బుధుని నీచస్థానము సదా ఒకేబిందువునొద్ద స్థిరముగా నుండియుండును. కాని వాస్తవముగా నది యట్లుండుట లేదు. ఆస్థానము క్రమముగా నాకక్ష్యలో ఒక బిందువునుండి వేరొకబిందువునకు సంచరించుచున్నది. ఈసంచారపరిమితి నూరుసంవత్సరములకు 30" ఉండునని 1845 లో లివ్రెరియర్ విజ్ఞాని లెక్కచేసి కనుగొనెను. కాని ఆతరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల లెక్కలవలన ఈసంచారము నూరుసంవత్సరములకు 40' అని తేలినది.

బుధగ్రహకక్ష్యలో ఒకబిందువున కేర్పడిన యీసంచారము బుధగ్రహముపై నితరగ్రహములు కలుగజేసిన వైకల్యము వలననైన నేర్పడవలెను ; లేదా యేన్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతముననుసరించి గ్రహగతులు సాగుచున్నవని మనము విశ్వసించుచుంటిమో ఆసిద్ధాంతమైనను తప్పుకావలెను.

బుధునియొక్క యీవిపరీతసంచలనము బుధసూర్యుల సడుమనున్న గ్రహములవలననే కలుగుచున్నదని లీవెర్రియర్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించి, బుధగ్రహసంచలనములో నామాన్వ



22 వ చిత్రము

నకు కారణభూతమైన గ్రహముల ద్రవ్యరాశి యెంతయుండవలెనో కూడ లెక్కకట్టి చెప్పెను. అట్టి గ్రహములున్నవని ఆదిలో చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించిరి గాని మహాధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శి నులు వాడుకలోనికి

వచ్చినపిమ్మట అట్టిగ్రహము లేమియును లేవని తేలినది. ఆరీతిగా బుధగ్రహముయొక్క ఆవిపరీతసంచలనమునకు సరియైన కారణము నొసగలేక శాస్త్రజ్ఞులు తల్లడిల్లుచున్న సమయములో ఐన్స్టైన్ పండితుడు సాపేక్షసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి



న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతరీత్యా వివరింపసాధ్యముగాని యీవిపరీతసంచలనమును సులువుగా విశదీకరించెను. సూర్యునికి సన్నిహితముగానుండి ఆ.గోళముయొక్క ఆకర్షణబలమున కధికముగానైన బుధగ్రహము తనకక్ష్యలో కేవలము సూర్యుని చుట్టను పరిభ్రమించుటయే గాక ఆకక్ష్యకూడ అల్పవేగముతో పరిభ్రమించుచున్నదనియును, తత్ఫలితముగనే బుధగ్రహము యొక్క ఆవిపరీతసంచలనము సంభవించుచున్నదనియును తీయన వివరించెను. 22 వ చిత్రములో బుధగ్రహకక్ష్య పొందుచున్న యీమాపును తిలకింపవచ్చును.

### గ్రహస్థానములు

గ్రహకక్ష్య లెక్కనగా సాగియుండకపోయినను దీర్ఘవృత్తములే యగుటవలనను, ఆదీర్ఘవృత్తములలో కేంద్రమందు గాక కొంచెము ప్రక్కగానున్న నాభియందు సూర్యుడుండుట చేతను సూర్యునకు నొకగ్రహమునకు గల దూరములో కొద్ది మాపు వచ్చుచుండును. కుజుడు సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు కుజసూర్యుల మధ్యదూరము 12,87,00,000 మైళ్ళును, ఎక్కువదూరముగా నున్నపుడు వాని మధ్యదూరము 15,40,00,000 మైళ్ళును, కుజసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరము 14,17,00,000 మైళ్ళును ఉండును. ఒకగ్రహము సూర్యునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నపు డవి నీచస్థితియందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపు డవి ఉచ్చస్థితియందును నున్నదని వచింతురని యిదివరకే పేర్కొనియుంటిమి.

ఫ్లాటోగ్రహకక్ష్యాతలము తప్ప మిగిలిన గ్రహములన్నింటి కక్ష్యాతలములను ఇంచుమించు క్రాంతివృత్తతలమందే యున్నవి. ఫ్లాటో గ్రహకక్ష్యాతలము మాత్రము క్రాంతివృత్తతలమునకు  $17^{\circ}$  ఏటవాలుగా నున్నది. క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగానున్న తలముగల కక్ష్యగలది ఫ్లాటోగ్రహమొక్కటే. అందుచేత ద్విధావిస్తృతమైన యొకపుస్తకముమీద సూర్యునకును ఆయాగ్రహములకును గల దూరముల ననుసరించి 'స్కేలు'నకు సరిగా దీర్ఘవృత్తములను గీసినచో నవి వేర్వేరుగ్రహముల కక్ష్యలను స్థూలముగా సూచించుననుటకు సందేహములేదు. ఈకక్ష్యలవెంబడి అపసవ్యదిశలో సూర్యుని చుట్టును గ్రహములు పరిభ్రమించుచున్నవి.

సూర్యునకును గ్రహములకును గల దూరములు స్థూలముగా నొక నియమము ననుసరించి యున్నవని టాటియస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. అదేనియమమును బోడేయను మరియొక విజ్ఞానికూడ స్వతంత్రముగా నన్వేషించి యెక్కువ ప్రచారములోనికి తీసికొని వచ్చుటచే బోడేనియమమని దానికి పేరువచ్చినది. ఈనియమము అంతసరియైనది కాదుగాని సూర్యునినుండి గ్రహములదూరములను జ్ఞప్తియందుంచుకొనుటకది బాగుగాతోడ్పడుననుటలో సందేహములేదు.

ఒకదానికొకటి రెట్టింపు ఉండునట్లు 0, 1, 2, 4, ... అనుశ్రేణినివ్రాసి, దానిని 3 చే గుణించి, ఆవచ్చిన లబ్ధములకు 4 ను కలుపగా బోడే నియమము వచ్చును.



శ్రేణి

0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256

3 చే గుణించి 4 ను కలుపగా

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388, 772

బు శు భూ కు ఆ గు శ యు నె ప్లా

నిజమైన సరాసరి దూరములు

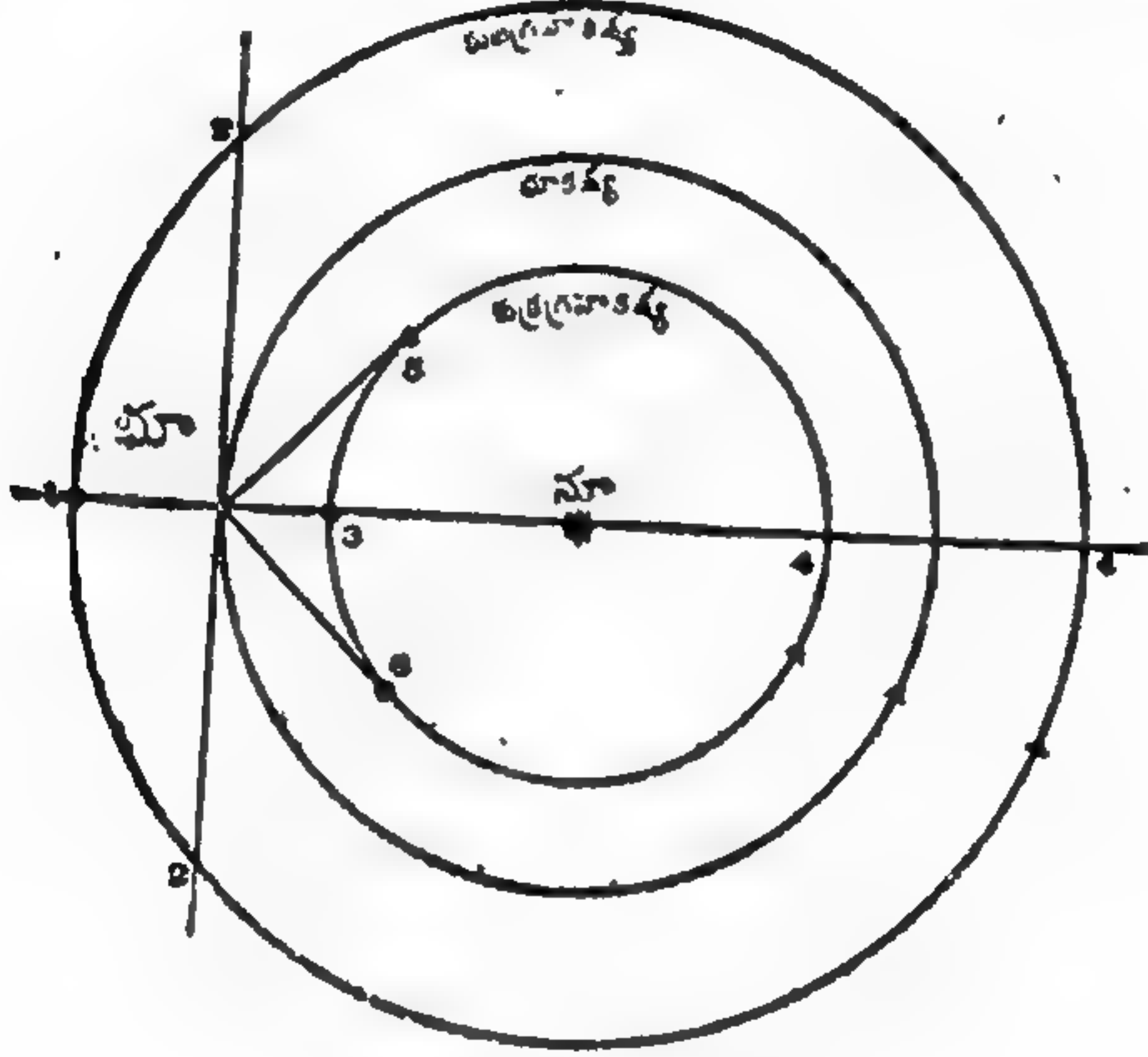
3.9, 7.2, 10, 15.2, 27.7, 52.1, 95.4, 191.9, 300.7, 394.6

ఇందు '10' ని భూసూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినచో 4, 7, 16, 28, 52, 100, 196 లు క్రమముగా సూర్యునినుండి బుధుడు, శుక్రుడు, కుజుడు, ఆస్తిరాయి, యు, గురుడు, శని, యురేనస్ గ్రహముల దూరములను స్థూలముగ సూచించును. నెప్ట్యూన్, ప్లాటో గ్రహముల విషయమునమాత్ర మినియమము తప్పినది.

భూసూర్యులమధ్యప్రదేశములో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రగ్రహములకు అంతర్గ్రహములనియును, భూకక్ష్యకు వెలుపల కక్ష్యల నేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న గ్రహములకు బాహ్యగ్రహములనియును పేర్లు.

భూమిననుసరించి అంతర్గ్రహములును, బాహ్యగ్రహములును పొందు వేర్వేరుస్థానములను 23 వ చిత్రమునుబట్టి గ్రహింపవచ్చును. ఏదైన నొకగ్రహము భూసూర్యులదిశయందుండి, భూమిమాత్రము గ్రహమునకును సూర్యునకును నడుమ లేనపు డాగ్రహము యతి లేదా యోగమును పొందినదందురు.

భూమి సూర్యున కేంద్రపున నున్నదో ఆవైపుననే గ్రహము కూడ నున్నచో నది అంతరయోగమును పొందినదనియును,



23 వ చిత్రము

- 1 - మధ్యాంతరము
- 2, 2 - పాదస్థము
- 3 - అంతరయోగము
- 4, 4 - బాహ్యయోగము
- 5 - శ్రేష్ఠేష్ఠ ఉస్థరన్ ఈలాంగేష్ఠన్
- 6 - శ్రేష్ఠేష్ఠ బేష్ఠరన్ ఈలాంగేష్ఠన్

అటుగాక సూర్యునకు భూమియేవైపుననున్నదో దానికి విముఖముగ గ్రహమున్నచో నది బాహ్యయోగమును పొందినదనియును వ్యవహరింతురు. బాహ్యగ్రహముల విషయములో బాహ్యయోగమున కేగాని అంతరయోగమున కవకాశములేదు. బాహ్యగ్రహముల విషయమున భూసూర్యులును గ్రహమును నొకే విశయమందుండి గ్రహమునకును సూర్యునకును నడుమగా



భూమివచ్చినపుడు ఆ గ్రహము షడ్భాంతరమును పొందిన దందుకు. షడ్భాంతరమనగా ఆరురాసులంతరము. అట్టి స్థితిలో సూర్యునకును బాహ్యగ్రహమునకును ఆరురాసుల యంతరముండును. షడ్భాంతరమును పొందినపుడు గ్రహములు సూర్యాస్తమయముకాగానే యుదయించి, సూర్యోదయకాలమునరకును ఆకాశమున ప్రకాశించుచుండును.

భూసూర్యులకు లంబచేతలో బాహ్యగ్రహ మున్న యెడల నది పాదస్థమున నున్నదందుకు. అప్పుడు గ్రహసూర్యులకు నడుమ మూడురాసుల యంతర ముండును. సూర్యునకు తూర్పునందు గ్రహమున్నపుడు జరుగుపాదస్థమును పూర్వపాదస్థమనియును, సూర్యునకు పడమటను గ్రహమున్నపుడు జరుగు పాదస్థమును పశ్చిమపాదస్థమనియును పేర్కొందురు. పూర్వ పాదస్థము యోగమునకు పూర్వము కలుగును; అప్పుడు గ్రహము సూర్యాస్తమయమునకు పూర్వమే యుదయించి సూర్యాస్తమయకాలమున యామ్యాశ్చరరేఖపై నుండును. పశ్చిమపాదస్థము యోగము తరువాత సంభవించును. అప్పుడు గ్రహము సూర్యాస్తమయము తరువాత అర్ధరాత్రిసమయమున నుదయించి సూర్యోదయకాలమున యామ్యాశ్చరరేఖపై నుండును. యోగసమయములో బాహ్యగ్రహము సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమించుటవలన రాత్రి కాలమం దాకాశమున కానరాదు. అట్టిస్థితిలో గ్రహము అస్తమించియున్నదని వ్యవహరింతుము.

ఇక అంతర్గ్రహము న్యూనయోగకాలమందు భూసూర్యులనడుమనుండి సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే

యస్తమించుటచే రాత్రికాలమున ఆకాశమందు కానరాదు. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్యయందు చరించునపుడు అంతర్గ్రహ స్థానమును భూస్థానమునకు కలుపురేఖ .ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనచో నట్టిస్థితియందా యంతర్గ్రహము సూర్యుని నుండి గరిష్ఠదూరములో ఆకాశమున గోచరించును. అంతర గ్రహము సూర్యునకు తూర్పున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందినదనియును, సూర్యునకు పశ్చిమమున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందిన దనియును పేర్కొందురు.

### భౌ తిక ప రి స్థి తు లు

గ్రహసూర్యుల దూరములకును గ్రహముల భౌతికపరి స్థితులకును అవినాభావ సంబంధమున్నది. గ్రహములకు సొంత ముగా తేజ, ఉష్ణములు లేవనియు, సూర్యుని వలననే వానినవి పొందుచున్నవనియు మనకు తెలిసినదే. అందుచేత సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహములపైని తాపక్రమ మధికముగాను, దూరముగానున్న గ్రహములపై నల్పముగను నుండుట సహజము. ఇక సూర్యునకును గ్రహములకునుగల మధ్యదూర ములమీదనే గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలములుకూడ నాధారపడియుండును. అందువలన గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములలోకూడ వ్యత్యాసములు కలుగుచున్నవి. సూర్యునకు చేరువగానున్న గ్రహములపై సూర్యా



కర్షణబల మధికమగుటవలన వానిపరిభ్రమణవేగము లధికముగ నుండును ; సూర్యునికి చేరునగానున్న గ్రహముల కక్ష్యలు చిన్నవికూడ నగుటవలన వాని పరిభ్రమణకాలములు తక్కును. అట్లే సూర్యునకు దూరముననున్న గ్రహముల పరిభ్రమణ వేగములు తక్కువ యగుటవలనను, వానికక్ష్యలు పెద్దవి యగుటచేతను, వానిపరిభ్రమణకాలము లెక్కువపరిమాణము గలవియైయుండును. ఇక నొకగ్రహముపై అది ఉచ్చస్థితియందున్న పుడుకంటె నీచస్థితియందున్న పుడు సూర్యుడు ప్రవర్తించు నట్టి యాకర్షణబలపరిమాణ మధికముగనుండును కాబట్టి ఉచ్చస్థితియందుకంటె నీచస్థితియందున్న పుడు గ్రహపరిభ్రమణ వేగ మధికముగ నుండును.

గ్రహము తన దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యనుబట్టి పోవుచు ఒకసారి చుట్టినచ్చెడి కాలమునకు గ్రహసంవత్సర మనిపేరు. పైని పేర్కొనిన కారణములవలన ఈకాలపరిమాణములు వేర్వేరు గ్రహములకు వేర్వేరుగా నుండును. సూర్యునినుండి గ్రహదూరము హెచ్చినకొలదియు దానిసంవత్సరపరిమాణ ముకూడ హెచ్చును. సూర్యునకును గ్రహమునకును గల దూరమునకును, గ్రహసంవత్సరపరిమాణమునకును గల సంబంధమును కెప్లర్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. గ్రహసూర్యుల మధ్యదూరముయొక్క ఘనములు ఆగ్రహసంవత్సరముల వర్గములకు అనులోమానుపాతములో (దూ<sup>3</sup> ∝ కా<sup>2</sup>) నుండునని ఆనియమము తెల్లమొనర్చును.

గ్రహవేగము సంవత్సరముపొడుగున నెట్లు మారునో విశదముచేయు నియమమునుకూడ కెప్లర్ శాస్త్రజ్ఞు డిరసెను. ఏదైననొక గ్రహము తననియమిత దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యయందు సమానవ్యవధిగల కాలములలో సమానపరిమితిగల దూరములను చుట్టిదు; కాని దానిని సూర్యునితో కలుపురేఖ సమానపరిమాణముగల కాలములలో సమానశాల్యములుగల క్షేత్రములను చుట్టును. కాబట్టి గ్రహపరిభ్రమణవేగ మెల్లిపుడు సమానముగనుండక గ్రహము సూర్యునిసమీపించినకొలదియు సధికమగునని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును భూమివిషయములో భూపరిభ్రమణమునుగూర్చి చర్చించినపుడు వివరించియుంటిమి.

సూర్యునకును గ్రహములకునుగల దూరములలోను, వాని పరిభ్రమణకాలములలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను వ్యత్యాసము లున్నట్లుగనే వాని ద్రవ్యరాసులలోకూడ తేడాలున్నవి. గ్రహములలో కొన్ని భూమికంటె పెద్దవి ; మరి కొన్ని చిన్నవి. గ్రహములలో మిక్కిలి తక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది బుధుడు ; మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది గురుడు. బుధుని తరువాత క్రమముగా కుజుడు, శుక్రుడు, ప్లూటో, భూమి, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, శనిగ్రహములు పెద్దవి. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులను పరిశీలించినచో ఆశ్చర్యకరమైన విషయమొకటి వెల్లడియగును. గ్రహశ్రేణిలో గురుతమమైన గురు శని గ్రహములు రెండును మధ్యనుండి అక్కడినుండి శ్రేణియొక్క రెండుకొనలకును పోయినకొలది గ్రహములద్రవ్యసంచయములు క్రమముగా తగ్గును. రెండవ అనుబంధములో నిచ్చిన పట్టికను బట్టి గ్రహముల సాపేక్షద్రవ్యరాసులను తెలిసికొనవచ్చును.



గ్రహముల ఆకర్షణబలమునకును, వాని ద్రవ్యరాసులకును అవినాభానసంబంధ మున్నదిగాదా ! ఇక గ్రహవాతావరణమండములయెత్తు, ఆవాతావరణముల సాంద్రత మున్నగు విషయములు ఆగ్రహముల ఆకర్షణబలములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములను బట్టియును ఉండును. చాలతక్కువ ద్రవ్యరాశియు ఎక్కువ తాపక్రమమునుగల బుధగ్రహమువంటివానికి వాతావరణ ముండుట కవకాశములేదు. ఇక ఎక్కువద్రవ్యరాశియు తక్కువ తాపక్రమమునుగల శుక్రగ్రహమునకు మిక్కిలి సాంద్రమును, దళమున్నచైన వాతావరణముండుట నిక్కువము. కాబట్టి జీవోత్పత్తికిని, జీవవికాసమునకును ఉష్ణము, స్వేచ్ఛాస్థితిలోనున్న కొన్నిరకముల వాయువులు అనసరమని భావించినచో గ్రహములలో నన్నియును జీవవికాసమున కనువుగా లేవని మనకు స్పష్టమగును. శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసినంతవరకు భూమిమీదగాక మరి యేగ్రహముపైనను జీవములేదు. జీవమనెడి మహత్తరసంపదను కలిగియున్నది భూమియొక్కటే. కుజగ్రహమందు జీవముండుటకు తగిన పరిస్థితులు కొన్నియుండుటచే అక్కడేదైన నొకరకము జీవముండిన నుండవచ్చునని కొందరుశాస్త్రకర్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

సూర్యకుటుంబమునుగూర్చి సంక్షిప్తముగా తెలిసికొనిన పిమ్మట దాని నమూనాను మన మూహించుకొనగల్గినచో ఎక్కువ ఉపయుక్తముగానుండును. మన వాసస్థానమైన భూమియొక కందిగింజ అనుకొందము. అప్పుడు సూర్యగోళము పెద్ద

గుమ్మడిపండంత ఉంచును. ఆపెద్దగుమ్మడిపండునకు 367 గజముల దూరములో ఒక చిన్నావగింజను పెట్టినచో నది బుధుని నిరూపించును. అట్లే సూర్యుని సూచించుచున్న పెద్దగుమ్మడిపండునకు 67 గజముల దూరమందున్న మరియొక కందిగింజ శుక్ర గ్రహమును, 93 గజముల దూరమందున్న కందిగింజ భూమిని, 142 గజముల దూరమందున్న పెద్ద ఆవగింజ కుజగ్రహమును, 483 గజముల దూరమందున్న పెద్దనిమ్మపండు గురుగ్రహమును, 880 గజముల దూరమందున్న మరియొక చిన్ననిమ్మపండు శనిగ్రహమును, 1780 గజముల దూరముననున్న యొక రేగుపండు యురేనస్ ను, 2790 గజముల దూరమందున్న మరియొక రేగుపండు నెప్ట్యూన్ ను, 3680 గజముల దూరమందున్న సన్నావగింజ ఫ్లూటోను నిరూపించును. అప్పుడా పెద్దగుమ్మడి పండుచుట్టు నాయాగింజలు, కాయలు, పళ్ళు ఆయాదూరములలో నేయుండి ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లు మనమూహింపవలెను. ఇదే స్థూలముగా సూర్యకుటుంబపు నమూనా. ఉపగ్రహములను, తోకచుక్కలను, ఉల్కలనుకూడ మనమందు చేర్చగలిగినచో సూర్యకుటుంబము సమగ్రముగా మనకన్నులకు కట్టినట్లుండును.

**శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్**

**తేలపోర్లు. (కృష్ణాజిల్లా.)**



## సూర్యుడు

సూర్యకుటుంబములో ప్రధానమైనమూర్తి సూర్యుడు. సూర్యకుటుంబ గతినిశ్చలత కవసరమైన మహత్తరబలమంతయు ఆయనయందు కేంద్రీకృతమైయుండుటయేగాక సూర్యకుటుంబములోని యితరమూర్తులకు తేజఃస్థములు ఆయనవలననే సమకూరుచున్నవి. కాని సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంత రాశిములోనికి దూరముగాపోయి చూచినచో బహుశసంఖ్యా కములైన నక్షత్రములలో నొకనక్షత్రముగనే సూర్యుడుకూడ గోచరించును. వార్తవమునకు సూర్యుడొక నక్షత్రమే. నక్షత్రములందెల్ల భూమికి మిక్కిలి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,30,05,000 మైళ్ళు. భూమికి దగ్గరగానున్న ఆ తరువాతి నక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటార్. భూమినుండి దానిదూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు; అనగా భూసూర్యులమధ్య దూరమునకు రమారమి 2,70,000 రెట్ల దూరములో నది యున్నది. సూర్యుడిట్లు భూమికి దగ్గరగా నుండుటచేతనే తీక్షణకరుడై ప్రకాశించుచున్నాడు ; బింబపరిమాణయుతుడై ప్రత్యక్షమగుచున్నాడు. కాని నిజముగా మినుకుమినుకుమని ప్రకాశించుచు చుక్కలవలె కనిపించుచున్న నక్షత్రములలో పెక్కింటికంటె సూర్యుని పరిమాణమును, దీప్తియును తక్కువే.

విశ్వమందలి 'కోటానగోళ్లనక్షత్రములతో' సూర్యుడు కూడ నొక నక్షత్రమేయైనట్లు భూభిక్షునొన్నజీవుల కాయన యాధారముకాబట్టి మనకాయనయెడల గౌరవము మెండు.

భగవంతునిగా నొనర్చి ఆయనకు పూజలు సైతము మనము చేయుచున్నాము. సామాన్యమానవులకంటెనుకూడ సత్యాన్వేషణాశీలుడైన విజ్ఞానులకు సూర్యుడింకను పూజనీయుడు. విశ్వవిజ్ఞానపిపాసువులై గగనతలము నవేక్షించుచున్న ఆశాస్త్రవేత్తలకు అండయై, మాగ్గదర్శియై ఆయన యుండుటయే అందుకు హేతువు.

## ద్రవ్యము

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టను త్రిప్పకొనగలిగినబలము తన మహత్తరద్రవ్యరాశిచే సూర్యునకు సమకూరుచున్నది. ఆయన యొక బృహద్గోళము. భూమిని సూర్యునకును గల అధికదూరమునుబట్టి కొన్ని అంగుళముల వ్యాసముగల బింబముగమాత్రమే ఆయన గోచరమగుచున్నను, సూర్యగోళవ్యాసము భూగోళవ్యాసమునకు రమారమి 109 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు. భూగోళవ్యాసము 7,916 మైళ్ళే. ఇక ఘనపరిమాణమందు భూగోళముకంటె సూర్యగోళము 12,95,000 రెట్లు పెద్దది; భూతలవైశాల్యముకంటె సూర్యగోళ తలవైశాల్యము 11,880 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళద్రవ్యరాశికూడ మిక్కిలి యెక్కువ. భూగోళద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యున్నది.

కొన్ని గ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క ఆకర్షణ బలముతో భూమ్యాకర్షణబలమును పోల్చి భూగోళద్రవ్యరాశి నెట్లు కనుగొనగలుగుచున్నామో, అట్లే భూమ్యాకర్షణ



సూర్యుడు

బలముతో సూర్యాకర్షణబలమును పోల్చి సూర్యగోళ ద్రవ్యరాశిని తెలిసికొనవచ్చును. సూర్యాకర్షణబలపరిమాణము భూమి దాక కక్ష్యయందు తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగ సరి పడియున్నది. ఇక చంద్రుడు తనకక్ష్యలో భూమిచుట్టును తిరుగుచుండుటకు కారణము భూమి చంద్రునిపై ప్రవర్తింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలమేకదా ! భూసూర్యాకర్షణబలపరిమాణము కూడ చంద్రుని తనకక్ష్యలో తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగా సరిపడిమాత్రమే యున్నది. భూచంద్రకక్ష్యల వ్యాసార్థములను బట్టియును, ఆకక్ష్యలలో భూచంద్రులపరిభ్రమణవేగములను బట్టి యును సూర్యునియొక్కయు, భూమియొక్కయు సాపేక్ష ఆకర్షణ బలములను, తన్మూలముగా వాని సాపేక్ష ద్రవ్యరాసులను గణింపవచ్చును. భూద్రవ్యరాశియెంతయో మనకు తెలిసియే యున్నది. కాబట్టి సూర్యునిద్రవ్యరాశిని చిన్నలెక్కజేసి సులువుగా కనుగొనవచ్చును.

భూగోళముకంటె సూర్యగోళము ఘనపరిమాణము నందు 12,95,000 రెట్లు పెద్దదిగా నున్నను, సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశికి 3,31,100 రెట్లు మాత్రమే అధికముగనున్నది. దీనినిబట్టి సూర్యగోళసాంద్రత భూసాంద్రత కంటె తక్కువ యని మనకు స్పష్టమగును. భూమిసరాసరి సాంద్రత ఘనశతాంశమిటకునకు 5.527 గ్రాములు ; కాని సూర్యునిసాంద్రత ఘనశతాంశమిటకునకు 1.39 గ్రాములే !

పై అంకెలను పరీక్షించినయెడల సూర్యుడు చాల తేలికయైనగోళమని మనకు స్ఫురింపకపోదు. భూగోళపరి

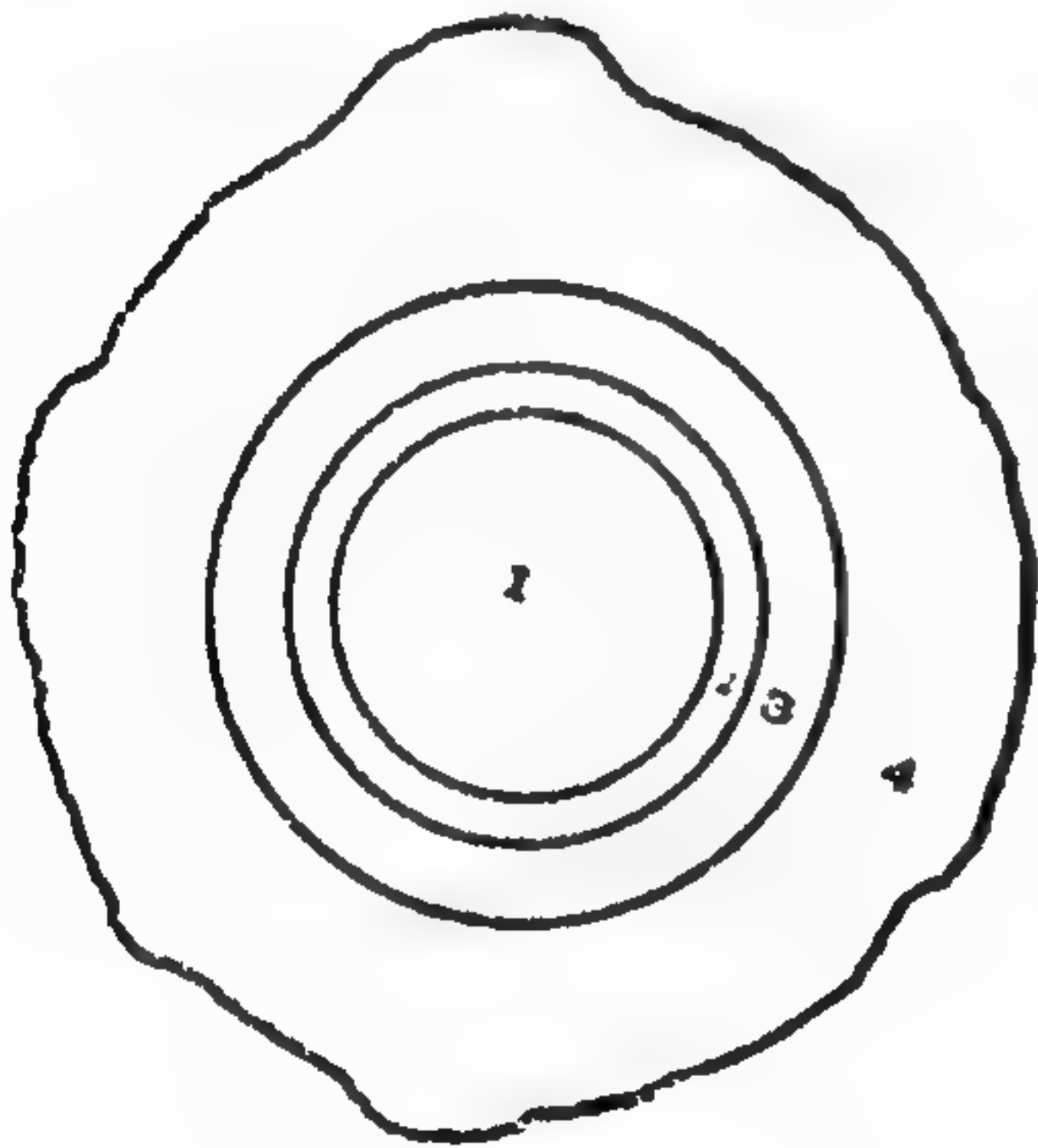
మాణము సూర్యగోళపరిమాణమంత యుండియున్నయెడల  
 అప్పుడు సూర్యగోళము భూగోళముకంటె నాలుగింతలు తేలి  
 కగ నుండుననికూడ మనకు స్పష్టమగును. సాపేక్షముగా  
 సూర్యుడింత తేలికగానుండుటకు కారణము సూర్యగోళమధిక  
 తాపక్రమస్థితియందుండుటయే. నీరు బరువైనదేయైనను నీటిని  
 తప్తపరచుటచే నేర్పడిన ఆవిరి తేలికయైనది. దీనికి కారణము  
 ద్రవరూపముననున్న నీటిలో అణువులు చాల దగ్గరగనుండును.  
 నీటిని వేడిచేసిన వెంటనే నీటియందలి యణువులు ఉష్ణశక్తిని  
 గ్రహించి, అధికశక్తిసమన్వితములై, అధికవేగముతో అటునిటు  
 పరుగిడుచుండును ; తత్ఫలితముగా అణువునకును అణువునకును  
 గల దూరము అధికముకాగా, ఆవిరిసాంద్రత నీటిసాంద్రత  
 కంటె బాగుగా క్షీణించును. ఒకగ్రాము ద్రవ్యసంచయము  
 గల నీరు ఒక ఘనశతాంశమీటరు పరిమాణమును ఆక్రమించు  
 చుండ దానిని వేడిచేయుటచే నేర్పడిన యావిరి సుమారు  
 1720 ఘనశతాంశమీటరుల పరిమాణము నాక్రమించును.  
 అయినచో నీటియందుకంటె ఆవిరి యందలి యణువులెంత  
 పలుచనైయున్ననో, నీటిసాంద్రతకంటె ఆవిరిసాంద్రత యెంత  
 తక్కువై యుండునో మన మూహించుకొనవచ్చును. దీనినిబట్టి  
 సూర్యుని అల్పసాంద్రతకు కారణము సూర్యగోళతాపక్రమ  
 మత్యధిక మగుటయే యనుటలో సందేహములేదు. ఈ యధిక  
 తాపక్రమమువలన సూర్యగోళములోని ద్రవ్యమంతయు వాయు  
 రూపమును పొందుచున్నది. కాని సూర్యగోళమందలి వాయు  
 వులకును, భూగోళమందలి వాయువులకును స్వభావములో



చాల వ్యత్యాసము గలదు. భూగోళమందున్నట్లు సూర్యగోళమందవి తటస్థస్థితిలో నుండలేవు. ఈవాయుస్థల ప్రేషము సూర్యగోళముతో ఉపరిభాగమునుండి కేంద్రమువైపునకు పోయినకొలదియు అధికమగును. తత్ఫలితముగా సూర్యగోళములోని ద్రవ్యసాంద్రతకూడ గోళమందంతటను సమానముగా నుండక కేంద్రమువైపు పోయినకొలదియు హెచ్చును.

### నిర్మాణము

భూగోళమువలెనే సూర్యగోళముకూడ అంతటను సమానసాంద్రతను కలిగియుండలేదుగదా. అందువలన



24 వ చిత్రము

- 1 - గర్భము. దీని ఉపరితలమే దీప్త్యావరణము
- 2 - పరివర్తకస్తరము
- 3 - వర్ణావరణము
- 4 - మకుటము

సాంద్రతా భేదములను బట్టి భూగోళమును వాతావరణము, శిలావరణము, భారావరణము, ఉష్ణావరణము అను ఆవరణములుగ విభజించినట్లే సూర్యగోళమునుకూడ కొన్ని ఆవరణములుగమనము విభజింపవచ్చును. సూర్యగోళకేంద్రముతో ఏక కేంద్రకమైయున్న గోళభాగమునకు గర్భమని పేరు. దీనిపైని వరుసగా దీప్త్యావరణము, పరివర్తకస్తరము, వర్ణావరణము, మకుటము— అను నాలుగవరణములున్నవి.

తీక్షణముగా ప్రకాశించుచున్న సూర్యుని మసిబొర్చిన గాఢఫలకము ద్వారమున చూచినపుడు కనపడు వలయాకార సూర్యగోళభాగమే దీప్త్యావరణము. కొన్నికొట్లమైళ్ళ దూరమునుండి అవేక్షించుటచే సన్నని వలయాకారపురేకువలె గోచరమగుచున్నది గాని వార్తవముగా నది కొన్నివందలమైళ్ళ మందముగల ఆవరణము. మనకు కనపడు సూర్యగోళావరణము లో ఇదియే యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. దీనితాపక్రమము రమారమి 6000° (శ)

దీప్త్యావరణమున కడుగున మరుగుపడి సూర్యగోళ గర్భమున్నది. భూపటలమున కడుగుననున్న ఉష్ణావరణాది భూమ్యావరణ లేరీతిగ ప్రత్యక్షానుశీలనమునకు లోనుగావో ఆరీతిగనే దీప్త్యావరణము మరుగుననున్న సూర్యగోళగర్భము కూడ ప్రత్యక్షపరిశీలనమునకు చిక్కదు. అందుచేత దాని స్వభావమును ఆనుమానికముగా నరయవలయును.

భూగర్భమునకు పైనున్న పౌరల బరువువలన భూగర్భమందలి ద్రవ్య మధికప్రేషమునకు లోనయియున్నదని మనకు తెలిసినవిషయమే. భూకేంద్రసమీపమందలి ద్రవ్యముపై ప్రేషము చతురపుసెంటీమీటరునకు రమారమి 100,000,000 పౌనులుండును. ఇట్టి అధికప్రేషముచే పీడింపబడుచున్నను భూగర్భమందు ఘన, ద్రవస్థితులందున్న ద్రవ్యములు తమ స్వస్థితిని గోల్పోవుటలేదు. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళ ద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు హెచ్చుగనున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళగర్భమందలిద్రవ్యము లోనగుప్రేషము అమే



యముగ నుండును. భూగోళగర్భమందలి ప్రేషమున కీ ప్రేషము రమారమి 1,00,000 రెట్లుండునని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. సామాన్యమున ద్రవపదార్థము లీవిపరీత ప్రేషమును భరింప జాలవు. అందుచేత భూగోళనిర్మాణమువలెనే సూర్యగోళ నిర్మాణముకూడ ఉండియున్నయెడల ఇనివరకే యెన్నఁచో సూర్యగోళము భగ్నమైయుండెడిది. కాని అనియట్లు కాలేదు; పైగా రమారమి 50,00,00,000 సంవత్సరములనుండి నేడున్న విధముననే, ఇంచుమించు నేడున్న పరిమాణమందే అదియున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళమందలి ద్రవ్యము భూగోళమందలి ద్రవ్యమున్నస్థితిలో లేదనుట స్పష్టము. సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందున్న నే అమేయమైన ప్రేషమునకుఁగఱుయున్నను సూర్యగోళము భగ్నము కాకుండ స్థిరముగా నుండుట సాధ్యమగును. సూర్యగోళగర్భ తాపక్రమమెంతయున్నయెడల అది ఆవిపరీత ప్రేషస్థితిలో స్థిరముగానుండుటకు సాధ్యమగునో పైద్ధాంతికముగా గణించి సూర్యకేంద్రమువద్ద తాపక్రమము రమారమి 2,00,00,000° (శ) ఉన్నదని నిర్ణయించినారు !

సూర్యగోళగర్భమందున్న 2,00,00,000 అంశల తాపక్రమమును మనమూహించునైనను ఊహించలేము ! కణకణ మందుచున్న చింతనిప్పుల తాపక్రమమున కది రమారమి పది వేల రెట్లుండును !! ఈ అధిక తాపక్రమమువలనను, విపరీత ప్రేషమువలనను సూర్యగోళగర్భమందున్న ద్రవ్యము తటస్థ స్థితిలో నుండలేదు. భూగోళపరిస్థితులందు సామాన్యముగా పరమాణుకేంద్రకములచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులు

సూర్యగోళమందు పరమాణుకేంద్రకములనుండి చూరముగా నెగురగొట్టబడును; అందువలన పరమాణుకేంద్రకములును, ఎలక్ట్రానులును వేగికవి వేర్వేరుగా అక్కడనుండును. 'సూర్య గోళము ఎలక్ట్రాను, కేంద్రకముల కూర్పు' అని ఎడ్డింగ్టన్ ప్రభృతిశాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంత మిందులకనుగుణ మైనదే.

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యములో నూటికి ఒకపాలు ఆక్సిజని, నైట్రోజని, కార్బనులును, నూటికి సుమారుకపాలు ఇనుమునంటి భారయుతమూలద్రవ్యములును, నూటికి అయిదు పాళ్ళనరకు హీలియమ్ను, మిగిలినభాగము హైడ్రోజనియును ఉన్నవి. కాని అక్కడి విపరీత పరిస్థితులలో ఈమూలద్రవ్య కేంద్రకములు స్తబ్ధముగా నుండలేవు. అవి ఉత్తేజితములై ఒకదానితోనొకటి డీకొనుచుండును. తత్ఫలితముగా అక్కడి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుచున్నది.

సూ ర్య శ క్తి

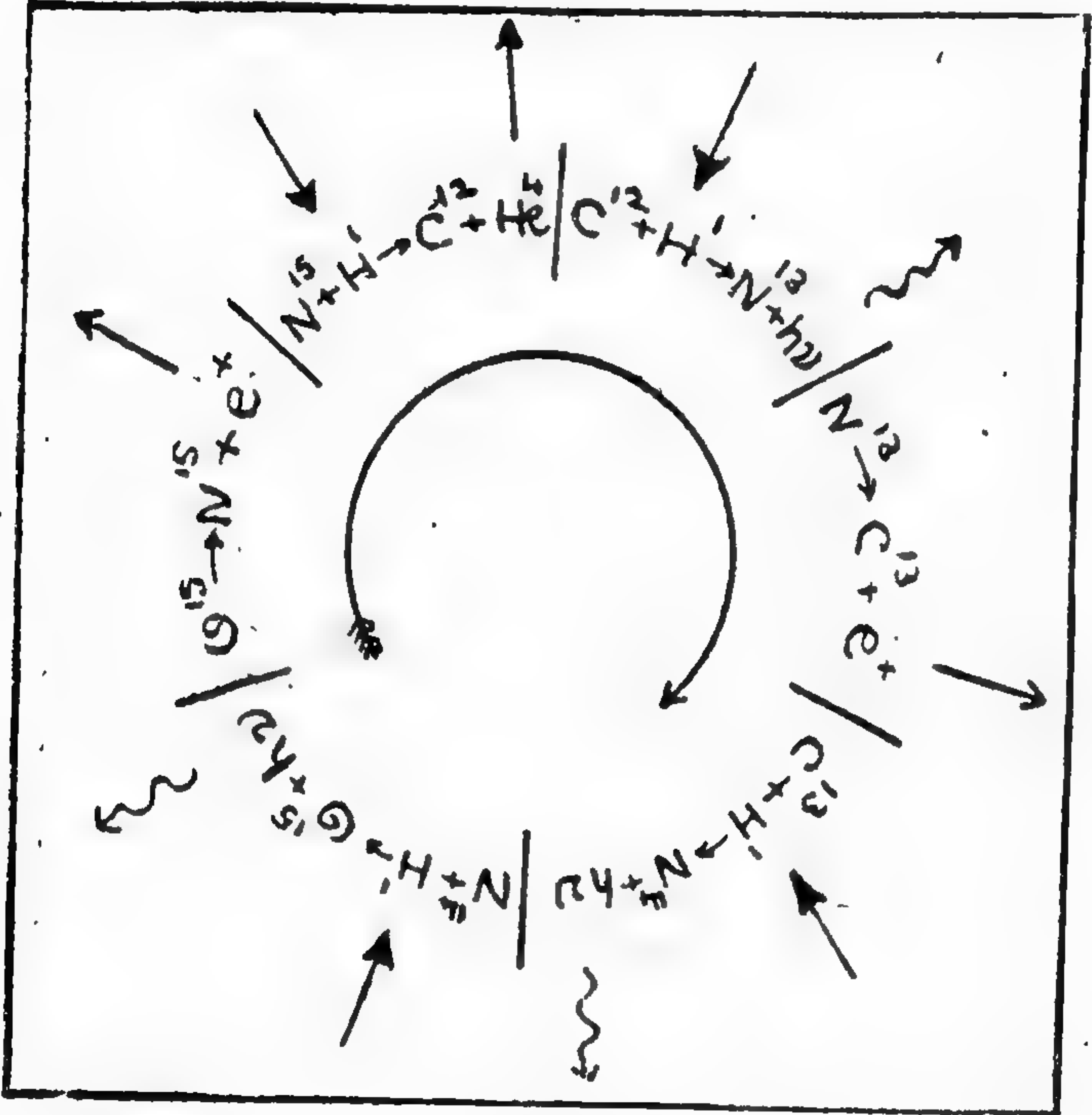
సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుటలో అమేయమైనశక్తి విడుదలయగుచున్నది. సూర్యుడవిచ్చిన్నముగా ప్రదేశములోనికి ప్రసరించుచున్న తేజఉష్ణ శక్తుల కదియే మూలము. ఈప్రక్రియ యేవిధముగా సంభవింపుచున్నదో బెథే, నైక్షేకర్ శాస్త్రజ్ఞు లిటీనలనే సమగ్రముగా వివరించిరి.

సూర్యగోళగర్భమందు 1 భారముగల హైడ్రోజని కేంద్రకము 12 భారముగల కర్బన కేంద్రకముతో సంఘర్షించి,



చివరకు దానిలో లీనమైపోవును. తత్ఫలితముగా ఆ కర్బనము 13 భారముగల సమస్థానీయనైట్రోజని కేంద్రకముగామామను. ఈవిధముగా కర్బన కేంద్రకము నైట్రోజని కేంద్రకముగా పరిణామము చెందుటలో కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి అల్పతమ తరంగదైర్ఘ్యముగల గామాకిరణరూపములో వికీర్ణమగును. కాని 13 భారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము స్థిరమైనదికాదు. అందుచేత ఆఅస్థిరతను వదిలి స్థైర్యమును పొందుటకై ఆనైట్రోజని కేంద్రకము ఒక ప్రోటానను విసర్జించి 13 భారముగల కర్బనసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. అయితే 13 భారముగల కర్బన కేంద్రకముకూడ స్థిరరచనకలది కాదు. అందుచేనది స్థిరస్థితిని పొందుటకై ఆరాటపడి, ఒక హైట్రోజని కేంద్రకమును కబళించి, 14 భారముగల నైట్రోజని కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈమార్పులో తిరిగి కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. ఆపిమ్మట 14 భారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము తిరిగి మరియొక ప్రోటానను కోడికొని, దానిని కబళించి 15 భారముగల అస్థిరఆక్సిజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈసందర్భములోకూడ పరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. 15 భారముగల అస్థిరమైన ఆక్సిజని కేంద్రకము ఆస్థితిలో స్థిరముగానుండుట యసంభవముగదా ! నెంటనే అది తన కేంద్రకమునుండి యొక ప్రోటానను కోసెపుచ్చి, 15 భారముగల సుస్థిరనైట్రోజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా పరిణామమొందును. చిట్టచివరగా

ఈ 15 భారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము ఒక హైడ్రోజని కేంద్రకముతో సమ్మేళనమొంది, ఆవెంటనే తిరిగి హీలియమ్,



25 వ చిత్రము

మాధ్యమిలో శక్తిజనించుటకు కారణభూతమైన అవృత్త కేంద్రక ప్రక్రియ. కర్బన కేంద్రకములుగా విచ్ఛిన్నమగును. ఈ కర్బన కేంద్రకము ప్రక్రియప్రారంభములో హైడ్రోజని కేంద్రకమును కబళించిన కర్బన కేంద్రకమే. కాగా నాలుగు హైడ్రోజని కేంద్రకములు



కలిసి ఒక హీలియమ్ కేంద్రకముగా కర్చిన, నైట్రోజని కేంద్రకముల సాహాయ్యమున సూర్యగోళగర్భమందు పరివర్తన మొందుచున్నదనియును, ఆసందర్భములో వేరువేరు దశల యందు మహత్తరమైన పరమాణుశక్తి గామా కిరణజాల రూపములో బహిష్కృతమగుచున్నదనియును, అనియే సూర్యుని తేజఃస్థశక్తులకు మూలమనియును బెథే, వైక్షేఖర్ శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొన్నారు.

సూర్యగోళగర్భమందు మూలద్రవ్యపరివర్తన ఫలితముగా గామాకిరణరూపములో విడుదలయైన శక్తి అనేయముగ నుండును. ఈశక్తియంతయు ప్రదేశములోనికి వికీర్ణమైన యెడల భూమ్యాదిగ్రహములను చేరుకొనిన మరుక్షణమున అవి భస్మీపటలము కావలసినదే. కాని సూర్యగోళగర్భము కంటె తక్కువ తాపక్రమమందున్న పైపొరలు ఈయుద్దవము సంభవింపకుండ అరికట్టి చాలతక్కువ పరిమాణముగల శక్తిని మాత్రమే విడుదలచేయుచున్నవి. సూర్యుని దీప్త్యావరణము నుండి అనవరతము ప్రదేశములోనికి వికిరణమగుచున్న శక్తికి సమానముగా ఈశక్తియుండును. సూర్యగోళగర్భమందు మూలద్రవ్యపరివర్తనఫలితముగా నాదిలో నుద్భవించిన శక్తి గామా కిరణరూపములోనున్నను, ఆతరువాత సూర్యుని దీప్త్యావరణమును చేరుకొనుసరికది అధికతరంగదైర్ఘ్యములుగల వికిరణములుగా మారి తేజఃస్థశక్తులుగా దీప్త్యావరణముచే ప్రసరితమగుచున్నది.

## దీప్త్యావరణము

సూర్యగోళములో ఎక్కువగా అనుశీలింపబడిన మండలము దీప్త్యావరణము. దూరదర్శిని సాహాయ్యమునగాక వట్టి కంటితోమాత్రమే అవేక్షించినయెడల దీప్త్యావరణమంతటను సమానకాంతి తీక్షణతను కలిగి నిష్కళంకమై గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు సాపేక్షముగా కాంతి హీనములైన ప్రదేశము లక్కడక్కడ మచ్చమచ్చలవలె దృగ్గోచరమగును. ఈకాంతిహీనమైన ప్రదేశములను సూర్యాంకము లని పేర్కొందురు. సూర్యాంకములచెంత దీప్త్యావరణముకంటె కూడ హెచ్చుకాంతిమంతమైన ప్రదేశములు కొన్నియున్నవి. వీనికి స్లోక్యలిలనిపేరు. సూర్యగోళపుటంచులందే యివి సామాన్యముగా మనకు గోచరమగును. సూర్యాంకములును, స్లోక్యలిలును లేని దీప్త్యావరణభాగమైనను, దూరదర్శినితో చూచినపుడు సమానకాంతితీక్షణతతో గోచరముకాదు. మొటిమలవలెనున్న యెక్కువకాంతిమంతమైన భాగములు దీప్త్యావరణమంతయు వ్యాపించియుండును. వీనిలో నొక్కొక్కదాని వ్యాసము సగటున 700 మైళ్ళుండును ; వీనిమొత్తము వైశాల్యము దీప్త్యావరణ వైశాల్యములో మూడవవంతువరకు నుండును. దీప్త్యావరణములో మొటిమలవలెనున్న భాగములు అవిలేనిభాగముల కంటె యెక్కువ దీప్తిమంతమైనవగుటవలన దీప్త్యావరణపు సరాసరి తాపక్రమముకంటె వీనితాపక్రమము రమారమి 150 అంశలవరకును ఎక్కువగనుండునని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కవేసిరి. ఈ మొటిమలవలెనున్న భాగములు కొన్నిముసముల కంటె



నెక్కవకాలము నిలిచియుండవు. ఒక్కొక్క-భాగము నశించిన వెంటనే ఆప్రక్కనేయట్టిని మరలమరల నేర్పరుచుండును.

సూర్యకాంతిని పట్టకద్వారమున పంపి, నెలుపలికివచ్చిన కాంతిని తెల్లనిగోడపై పడునట్లు చేసినయెడల ఊదా మొదలు ఎరుపు వరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిని చేరి మఱొకటి గోడపై మాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి అఖండ వర్ణమాల యనిపేరు. జ్వలనస్థితియందున్న ఘనద్రవపదార్థములను, కొన్ని సందర్భములలో వాయువులనుకూడ ఇట్టి వర్ణమాలల నేర్పరుచును. అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్న కాంతియుత్పత్తిస్థానముచుట్టును ఆయుత్పత్తిస్థానముకంటె

తక్కువతాపక్రమముగల వాయువును పొరగా కల్పించి, ఆపొరద్వారమున దూసికొనవచ్చిన కాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో పరీక్షించినయెడల అఖండవర్ణమాలయందు నిట్టనిలువుగాకొన్ని కాంతిహీనమైన రేఖలు వేర్వేరు వర్ణముల భాగములలో కనపడును. వీనిస్థానములు తేజఉత్పత్తిస్థానము చుట్టునున్న వాయువునందలి మూలద్రవ్యములనుబట్టి యుండును. ఆవాయువు కేవలము సోడియముబాష్పము మాత్రమే యైనయెడల పసుపువర్ణభాగములో రెండుగాఢమైన నల్లని రేఖలు గోచరమగును ; పాదరసబాష్పమైనయెడల ఆకపచ్చ, నీలి భాగములలో నల్లరేఖ లేర్పడును. అట్లే వేర్వేరు మూలద్రవ్యములవలన వేర్వేరు ప్రదేశములలో నల్లనిరేఖలు కలుగును. ఇట్టివర్ణమాలకు శోషణవర్ణమాల యనిపేరు. శోషణవర్ణములలోని నల్లనిరేఖలను ఫ్రాంకోఫోఫర్ రేఖలనుపేరుతో

వ్యవహరింతుడు. వర్ణమాలలో ఫ్రాన్-హోఫర్ రేఖలస్థానము లేజ ఉత్పత్తిస్థానము నావరించియున్న వాయుచలనుబట్టియుండును. కాబట్టి ఒకవర్ణమాలయందలి అట్టిరేఖలనుబట్టి ఆవర్ణమాలను కలుగజేసిన తేజఉత్పత్తి స్థానము చుట్టును ఏయే మూలద్రవ్యముల బాష్పములున్ననో తెలిసికొనవచ్చును.

సూర్యకాంతిని వర్ణమాలాదర్శిని ద్వారమున పంపించి పరీక్షించినయెడల శోషణవర్ణమాల మనకు కానవచ్చును. అందుచేత సూర్యగోళములో అధికతాపక్రమమును కలిగియున్న దీప్త్యావరణము అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్నదనియును, దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించియున్న పరివర్తకస్తరము సాపేక్షముగా కొంతతక్కువతాపక్రమమందుండి, సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాన్-హోఫర్ రేఖ లేర్పడుటకు కారణభూతమగుచున్నదనియును ఊహించవలసియున్నది. దీప్త్యావరణము నుండి ప్రసారితమైనకాంతి భూమిని చేరకుండ సంపూర్ణసూర్య గ్రహణసమయములో చంద్రు డరికట్టుచుండుటవలన అఖండ వర్ణమాలపై నల్లనిరేఖ లేర్పడక ఆ నల్లని రేఖలస్థానములో దీప్తిమంతమైన వేర్వేరు వర్ణములరేఖలు గోచరమగును. దీనిని బట్టి సూర్యవర్ణమాలలోని ఫ్రాన్-హోఫర్ రేఖలు పరివర్తక స్తరమువలననే యేర్పడుచున్నవన్నది నిస్సంశయము.

**సూ ర్యాం క ము లు**

దీప్త్యావరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములే సూర్యాంకములు. సూర్యాంకములనుగూర్చి చాలకాలముక్రిందటనే చైనాదేశీయులు తెలిసికొనియున్నారనుటకు



నిదర్శనము లున్నవి. మనపురాణములలోకూడ కొన్ని చోట్ల వీనిప్రస్తావన లేకపోలేదు. కాని గెనీలియో శాస్త్రజ్ఞుడు దూర దర్శిని నిర్మించునరకును వీనినిగురించి సుస్పష్టమైన భావము తెలిపిలేవు. గతశతాబ్దమునుండి జరుగుచున్న తీవ్రపరిశోధనలవలన వీనినిగూర్చినజ్ఞానము బాగుగా హెచ్చినది.

సూర్యాంకములలో నొకదానిని ప్రత్యేకించి, జాగ్రత్తగా పరీక్షించినయెడల దానిలో ఇంచుమించు మధ్యభాగమున గాఢ తమోమయమగు కృష్ణవర్ణప్రదేశము కనిపించును. దీనికి పూర్ణచ్ఛాయ యనిపేరు. ఈపూర్ణచ్ఛాయను చుట్టి పేలవ మైన కృష్ణవర్ణప్రదేశ ముండును. దీనికి ఖండచ్ఛాయ యని సాంకేతికనామము. అయితే అన్ని సూర్యాంకములందును ఈభాగములు తప్పనిసరిగా నుండునని చెప్పలేము. ఒక్కొక్క పురుషుని కొన్ని సూర్యాంకముల పూర్ణచ్ఛాయలను పరివేష్టించి ఒకే ఖండచ్ఛాయ యుండును.

దీప్త్యావరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములను 'సూర్యాంకములు అనగా మచ్చలు' అని చురుకైనగా మనము పేర్కొనినను వాని వైశాల్య మొక్కొక్కపుడు భూవైశాల్యముకంటె నెన్నో రెట్టిధికముగ నుండును. సూర్యాంకములు విడివిడిగా గాక సమూహములుగనే సామాన్యముగా గోచరమగును. విడిగా నొక సూర్యాంక మెన్నడైన కనపడిన యెడల అదియొక సూర్యాంకసమూహముయొక్క అవశేషమే యని మనము గుర్తించవలెను. 1946 సంవత్సరము జనవరి 29 వ తేదీని సూర్యగోళపుతూర్పుఅంచున కనపడిన సూర్యాంక సమూహము 570,00,00,000 చతురపుమైళ్ళ వైశాల్యమునకు

వ్యాపించినది. దూరదర్శిని నిర్మింపబడినపిమ్మట అవేక్షితమైన సూర్యాంకసమూహములలో ఇదియే మిక్కిలి పెద్దది. 1947 ఫిబ్రవరి 5 నుండి మే నెల 7 వరకును కనపడిన సూర్యాంక సమూహముకూడ ఇంచుమించు ఇంత పెద్దదే. ఇట్టి పెద్ద సూర్యాంకములు వట్టికంటికి సైతము కనపడును. కాని దీప్త్యావరణమందు తరచుగా నేర్పడు సూర్యాంకములు చాల చిన్నవిగా నుండును.

సూర్యాంకముల వైశాల్యమందు భేదమున్నటులనే వాని జీవితపరిమాణమందును భేదముండును. కొన్నిచిన్న సూర్యాంకములు బుద్బద్ధప్రాయములై పుట్టిన మహిక్షణముననే నశించిపోవును. గంటలు, దినములు, నెలలుకూడ నశింపకుండనున్న యంకము లనేకము లున్నవి. కాని నెలదినములకంటె ఎక్కువకాలముండునట్టి యంకములు చాలతక్కువగా నుండును. 1840 లో మాత్రము 18 నెలల వరకునున్న సూర్యాంకసమూహము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి యుండిరి. ఇంతవరకు ఇదియే గరిష్ఠజీవితపరిమాణమును కలిగి యున్న సూర్యాంకసమూహమునలె కాన్పించుచున్నది. 1946 జనవరి 29 తేదీని కనిపించిన అంకసమూహము 99 దివసములున్నది.

సూర్యాంకసమూహములు పెంపొందురీతియును, నశించురీతుకూడ చాలచిత్రముగనేయుండును. సాధారణముగా అంకములన్నియును వేగముగా వృద్ధిచెంది, నెమ్మదిగా నశించునని విల్క్సన్ పర్వత వేధశాలకు చెందిన ఆచార్యుడు నికల్సన్ వచించెను. పెద్దదిగా విస్తరించునట్టి అంకసమూహమునందు

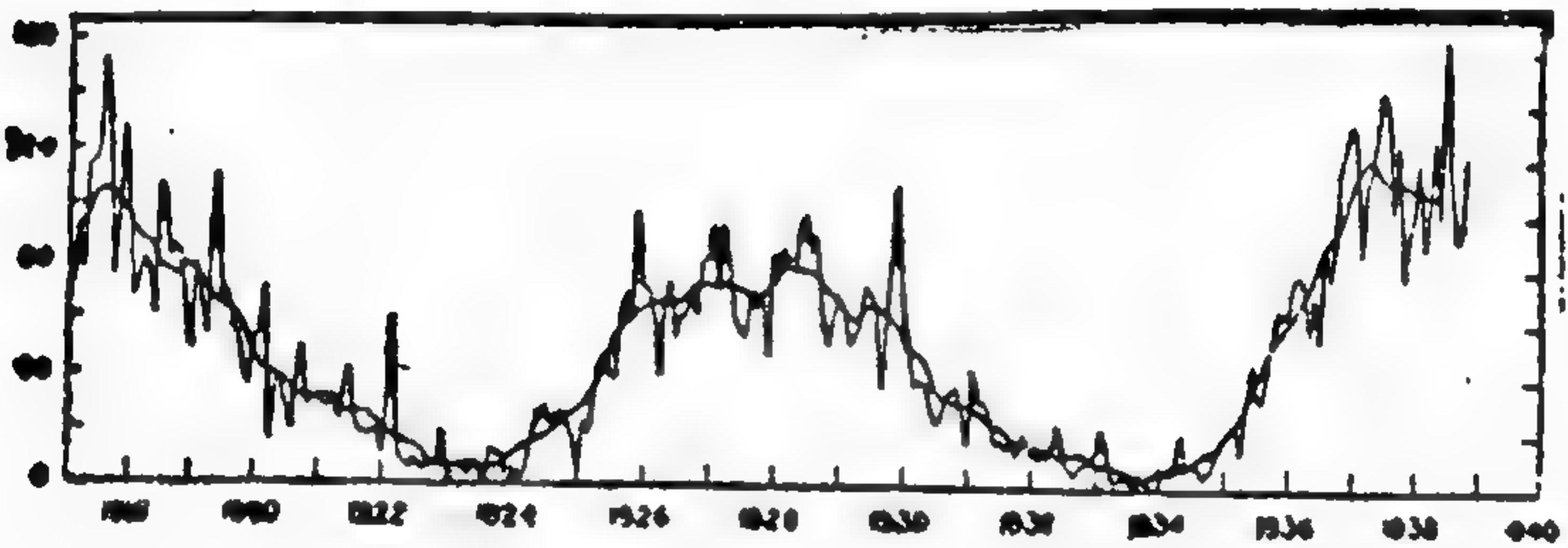


సామాన్యముగా రెండుచిన్న అంకరాసులుండును. ఈ రెండు రాసులును ఇంచుమించు ఒకే అక్షాంశమందుండును గాని వాని నడుమమాత్రము 4, 5 అంశలయెడముండును. ఈ రాసులలో పడమటనున్న దానిని అగ్రగామిరాశియనియును, తూర్పుననున్న దానిని అనుసారిరాశియనియును మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈ రెండు రాసులును పెద్ద అంక సమూహముగా షెంపొందుటయే రూఢమైనయెడల, మొదటివారములోనే సామాన్యముగా నవి హెచ్చునైశాల్యమును బడయును ; ఆ సమయములో వానినడిమిదూరముకూడ రమారమి 10 అంశలవరకును (రేఖాంశలు) హెచ్చును. ఆ సమయములో సాధారణముగా నీ రెండు ప్రధానాంకరాసులకును నడుమ చిన్నచిన్న అంకములనేకము లేర్పడుచుండును. కాని యివి చాల అస్థిరమైనవి.

సూర్యాంక సమూహము గరిష్ఠవిస్తృతిని పొందిన పిమ్మట అనుసారి అంకరాశి క్రమముగా చిన్నచిన్న రాసులుగా విడిపోయి, నశించిపోవును. ఆ సమయములో అగ్రగామిరాశికూడ తన్ను అనుసరించియున్న చిన్నచిన్న అంకములను గోల్పోయి, వర్తులమగు ఏకాంకముగా పరివర్తన మొందును. ఆ తరువాత నదికూడ క్రమముగా విస్తృతి తగ్గుటవలన నశించిపోవును.

సూర్యాంకములు సంఖ్యావిషయమునకూడ నెల్లప్పుడును సమానముగ నుండవు. ఒకమాసముకంటె మరియొక మాసములో వానిసంఖ్య క్రమముగ హెచ్చి, గరిష్ఠపరిమాణమును పొందిన పిమ్మట, తిరిగి క్రమముగ తగ్గి కొన్ని నెలలపిమ్మట కనిష్ఠ పరిమాణమును చేరుకొని, అంతటినుండి క్రమముగ హెచ్చును.

ఈరీతిగా సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుటయును, తగ్గుటయును ఒక ఆవృత్తిక్రమమున జరుగుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అంతేగాక ప్రతిసంవత్సరము జనించు మొత్తము సూర్యాంకములను పరిశీలించిననుకూడ అవియును ఎల్లప్పుడు సమానముగనుండక ఒక ఆవృత్తిక్రమమున హెచ్చుచును తగ్గుచును నున్నవని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును మొట్టి మొదట కనుగొనినవిజ్ఞాని ఎస్. హెచ్చి. స్క్వాబే. సూర్యాంకములనుగూర్చి అంతవరకు (1843) సేకరింపబడిన అవేక్షణ



26 వ చిత్రము

సూర్యాంకముల ఆవృత్తము.

౫- అక్షమ కాలమును, ౪- అక్షమ పూర్ణసంఖ్యలను తెలియజేయును. ఫలితములను నిశితముగా పరిశీలించి, సూర్యాంకములసంఖ్య వరుసగా రెండుమార్లు గరిష్ఠపరిమాణమును బొందుటకు నడిమి అంతరము, అనగా సూర్యాంకముల యావృత్తికాలము 11 లేదా 12 సంవత్సరము లుండునని ప్రకటించెను. కాని తరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞులీ యావృత్తికాలము 23 సంవత్సరములనియును, 45 సంవత్సరములనియును, మరియొకటి యనియును, మరియొకటి యనియును ఏమేమో వచించిరి.



ఈయావృత్తికాలమును 11.2 సంవత్సరములుగా పరిగణించిన సమంజసముగా నుండునని ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రప్రవీణులు పలువు రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని యిదికూడ ప్రామాణ్యముకాదు. గతసంవత్సరముల అవేక్షణఫలితముల ననుశీలించినచో రెండుగరిష్ఠసంఖ్యాకముల నడుమ 13 సంవత్సరములు, 12 సంవత్సరములు, 10 సంవత్సరములు, 8 సంవత్సరములు, ఒక్కొక్కచో 16 సంవత్సరములునుకూడ అంతరమున్నదని వ్యక్తమగును. అందుచేత సూర్యాంకములసంఖ్య యొక ఆవృత్తిక్రమములో మారుచుండుననియును, ఆ యావృత్తికాలము సుమారు 11.13 సంవత్సరములుండుననియును మనము వచింపగలముగాని ఆకాల మింతయని నిశ్చయముగా చెప్పజాలము.

ఇక సూర్యాంకము లేర్పడువిధానమందుకూడ నొక విచిత్రమున్నది. ఇవి దీప్త్యావరణమం దంతటను ఏర్పడక సూర్యగోళమధ్యరేఖ కిరునైపులను 40 ఉత్తర, దక్షిణఅక్షాంశముల లోపుననున్న ప్రదేశములందే యేర్పడును. ఆవృత్తి ప్రారంభమందివి 40 ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశముల సమీపమున నేర్పడును. ఆవృత్తి సాగినకొలవెయు నివి క్రమముగా తక్కువ అక్షాంశములందు హెచ్చుగా గోచరములగుచు ఆవృత్తి పూర్తయగుసరికి సూర్యగోళ మధ్యరేఖాప్రాంతమున విశేషముగా కాన్పించును. కాని సూర్యగోళమధ్యరేఖమీద నెన్నడును అధికసంఖ్యలో అంకములు కానరావు. మరియు ఒకేసమయమున సూర్యగోళమందు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న అంకములకంటె తూర్పుపడమరలుగా వ్యాపించియున్న

అంకములసంఖ్యయే చాల హెచ్చుగనుండును. అంతేగాక పెద్దఅంకము నాశ్రయించియుండు చిన్నఅంకములు దాని చుట్టును వ్యాపించియుండక పెద్దఅంకమునుబట్టి తూర్పునుండి పడమరకు బాదుతీరి యుండును. దీనినిబట్టి ఒకసమయమందు ఒకే అక్షాంశముపై సూర్యాంకము లేర్పడుటకు ప్రయత్నించు చుండునని మనకు స్పష్టమగును.

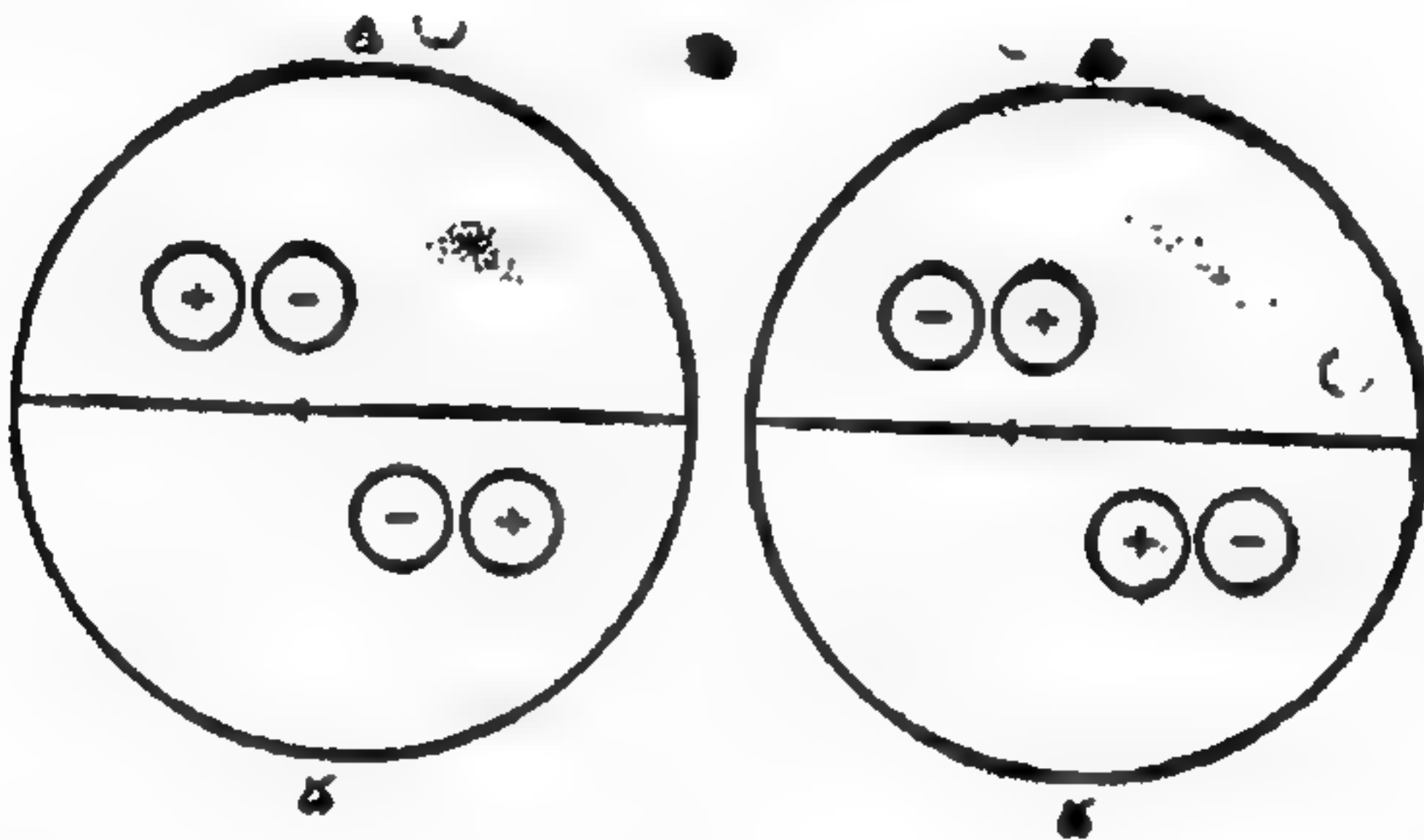
∴ సూర్యాంకములనుండి వికీర్ణమగు కాంతిని ప్రత్యేకముగా వర్ణమాతామాపక సాహాయ్యమున ననుశీలించుటవలన ఆ యంకములతాపక్రమము దీప్త్యావరణపుతాపక్రమముకంటె తక్కువ యనియును, పూర్ణచ్ఛాయతాపక్రమము రమారమి  $4800^{\circ}\text{K}$  ఉండుననియును విదితమైనది. దీప్త్యావరణముకంటె సాపేక్షముగా తక్కువ తాపక్రమస్థితియందు సూర్యాంకము లుండుటచేతనే వానిదీప్తిసాపేక్షముగా తక్కువగనున్నది. ఈశతాబ్దపు టారంభమునుండియు విల్సన్ పర్వతవేధశాలయందు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు సాగించిన అనుశీలనములవలన సూర్యాంకములు తక్కువదీప్తిమంతమైన ప్రదేశములేగాక శక్తిమంతమైన అయస్కాంతక్షేత్రములనికూడ స్పష్టమైనది. ఈఅయస్కాంతక్షేత్రముల తీక్షణత భూమ్యయస్కాంత క్షేత్రతీక్షణతకంటె కొన్ని లక్షలరెట్లు అధికముగ నుండును.

సూర్యాంకములందలి అయస్కాంతక్షేత్రముల యనుశీలనమువలన విచిత్రమైన విజ్ఞానాంశము లనేకములు బయల్పడినవి. సూర్యాంకములు సుమారు 11.13 సంవత్సరముల ఆవృత్తి ననుసరించియున్నవనియును, ఈయావృత్తి ఉత్తర



దక్షిణార్ధగోళములందు 40 అక్షాంశప్రాంతములలో ప్రారంభమై, సూర్యగోళమధ్య రేఖాప్రాంతములకు జరిగి అక్కడ అంతమొందుచున్న దనియును తెలిసికొనియుంటిమి. దీనినిబట్టి 1901 సంవత్సర ప్రాంతమున 40 ఉత్తరదక్షిణ అక్షాంశములందు ప్రారంభించిన ఆవృత్తి 1912 లో సూర్యగోళమధ్యరేఖాప్రాంతమందు అంతమొందుచుండినయెడల, ఆసమయముననే సూతనావృత్తి 40 ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశములందు ప్రారంభమగునని విదితమగును. వాస్తవముగా 1912 వ సంవత్సరము తక్కువ సంఖ్యగల అంకములుగల సంవత్సరములలో నొకటి. 1912 లో హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడుగావించిన యవేక్షణలవలన ఉన్నతఅక్షాంశములందలి సూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, నిమ్నాక్షాంశములందలి ప్రాతయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నట్లు విదితమైనది. మరియు నొకేయావృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయునుకూడ పరస్పర విరుద్ధములుగా నున్నట్లు వ్యక్తమైనది. కాబట్టి 1912 లో ఆరంభమైన సూతనావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును తొలుదొలుత నేలయస్కాంతలక్షణములు గోచరమయ్యెనో 1923 వరకును ఆయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును సరిగా ఆ అయస్కాంతలక్షణములే ప్రత్యక్షమయ్యెను. కాని

తరువాత 1923 లో ఉన్నతఅక్షాంశములందు ప్రారంభమైన మరియుక ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు 1912 లో ప్రారంభ



27 వ చిత్రము

ఒకే ఆవృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగనుండును; మరియు నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, ప్రాత ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగ నుండును. మైన యావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలను పూర్తిగా విరుద్ధముగా నున్నవి. దీనినిబట్టి ఆవృత్తి ననుసరించిన యావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు పరస్పరవిరుద్ధముగను, ఒకఆవృత్తిని విడిచి వేరొక ఆవృత్తిలోని అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు సమానముగను నుండునని వ్యక్తమగును. అట్లే అనుసారిరాసుల విషయమున కూడ నుండును.



సూర్యాంకముల లక్షణములనుగూర్చి కొంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి గాని అవియేల జనించుచున్నవో మాత్ర మింతవరకు వానికి స్పష్టముగా నవగతముకాలేదు. సూర్యుని దీప్త్యావరణము అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుమండల మని గ్రహించితిమి. ఈవాయుమండలపు టుపరి తలమునం దేర్పడిన సంక్షోభములవలననే యీఅంకము లేర్పడు చున్నవనుటలో సందేహములేదు. అయినచో నీసంక్షోభ స్వభావ మెట్టిది? ఆ సంక్షోభము గలుగుటకు కారణమేమి? ఈవిషయములను గురించి వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు అభి ప్రాయములను వెలిబుచ్చుచున్నారు. కాని యింతవరకును వారు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతములలో ఒక్కటియునుకూడ అవేక్షణ ఫలితములతో నేకీభవించుటలేదు. ఈశతాబ్దప్రారంభములో హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించినవాదమే వానిలో కొంత మెరుగుగానున్నది.

దీప్త్యావరణములో అట్టడుగునాండి ఉపరిభాగమునకు అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుద్రవ్య మమితవేగ ముతో ఎగసికొనివచ్చును. ఇట్టిధికవేగముతో నది పైకెగసి కొనివచ్చుటలో దానియందు సుడులేర్పడును. సూర్యగోళ మందలి ద్రవ్యమంతయు అయనీకరణము నొందియున్నదని లోగడ మనము తెలిసికొనియుంటిమి. సూర్యాంకములందు అయనీకరణమునొందియున్నద్రవ్య ఖారీతిగా గిట్టున తిరుగుచుం డుటచేత ఆద్రవ్యమునకు మధ్యభాగమున అయస్కాంతక్షేత్ర మేర్పడుచున్నది. ఇక అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చినవాయు ద్రవ్యము దీప్త్యావరణపు టుపరితలమును చేరుకొనిన వెంటనే,

అక్కడిప్రేషము తక్కువగాన వ్యాకోచమును పొందును. తన్నూ  
లముగా దాని తాపక్రమము క్షీణింప దూరమున కది సాపే  
క్షముగా తక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించును. సాధారణ  
ముగా అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చుటలో వాయుద్రవ్యము  
U- ఆకారముగల సుడిగా ఏర్పడియుండవచ్చును. ఆసందర్భ  
ములో దానిరెండుకొనలును రెండుఅంకములుగా గోచరింప  
వచ్చును. ఈయంకములందలి ద్రవ్యము ఒకదానియందు సవ్య  
ముగాను, రెండవదానియందు అపసవ్యముగాను తిరుగుచున్న  
దని భావించినయెడల ఒకయంకసమూహములో అగ్రగామి,  
అనుసారిరాసుల, అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞ లేల పరస్పరవిరుద్ధ  
ములుగా నున్నవో మనము గ్రహింపవచ్చును.

హేల్ శాస్త్రజ్ఞుని ప్రైప్రతిపాదన కొంతవరకు సమంజస  
ముగ నున్నట్లుగనే స్ఫురింపవచ్చునుగాని సూర్యాంకములందలి  
ద్రవ్యము గిట్టిన తిరుగుచున్నదో లేదో యింతవరకు ప్రత్యక్ష  
ముగా చూడబడలేదు. పైగా తిరుగుచున్నదే యని మన  
మంగీకరించినను, అట్లు తిరుగుటవలన సూర్యాంకములం దత్య  
ధిక తీక్షణతగల అయస్కాంతక్షేత్రము లేర్పడుట కవకాశ  
మున్నదా యనునది సందేహస్పదము.

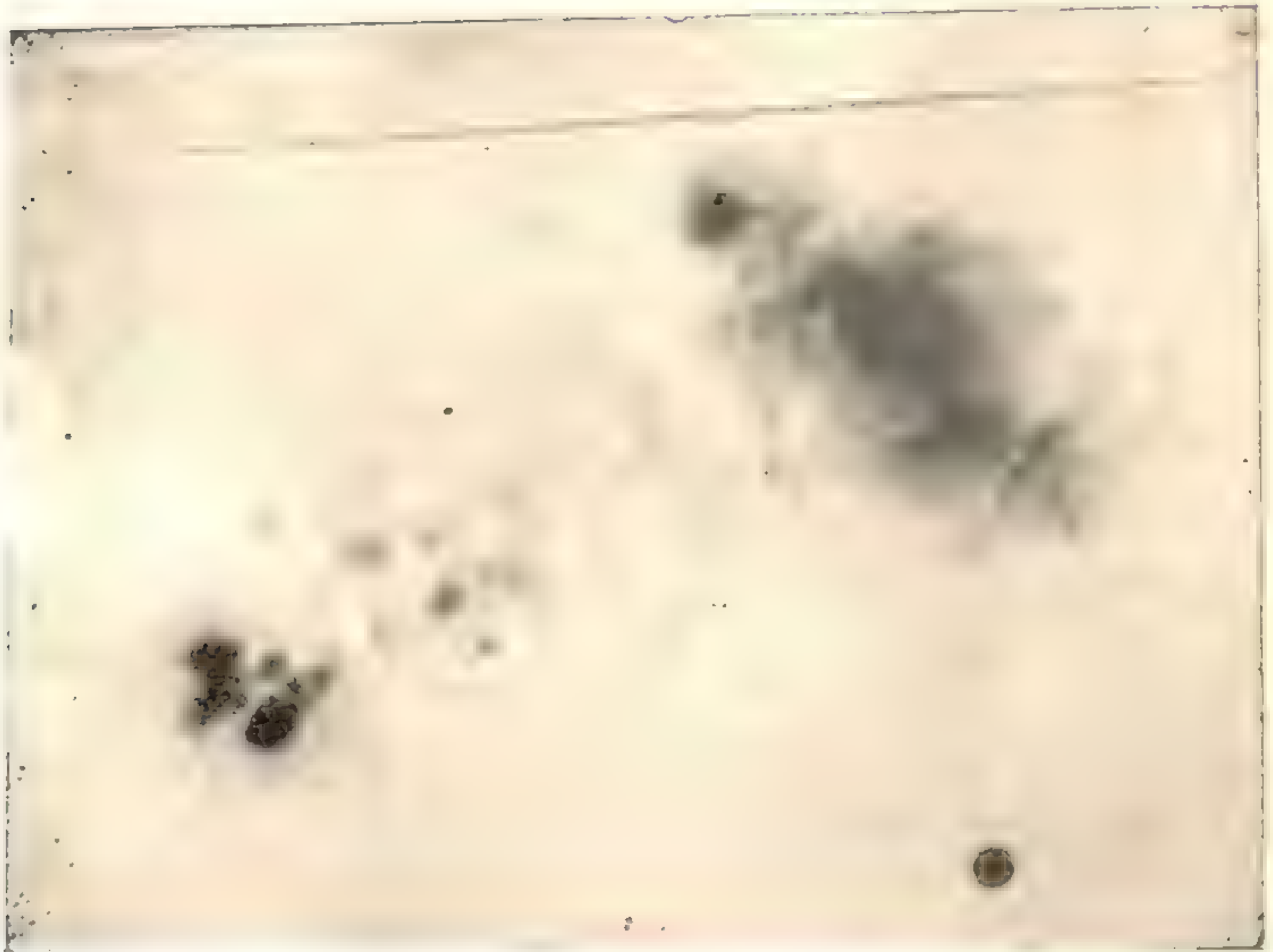
విస్ఫులింగములు

దీప్త్యావరణమందు సాపేక్షముగా తక్కువకాంతిగల  
సూర్యాంకముల నానుకొని విస్ఫులింగములనబడు ఎక్కువ  
దీప్తిమంతమైన భాగములున్నవి. దీప్త్యావరణపు టంచులదగ్గర  
కాంతితీక్షణత సాపేక్షముగా తక్కువగనుండునుకాబట్టి ఆభాగము

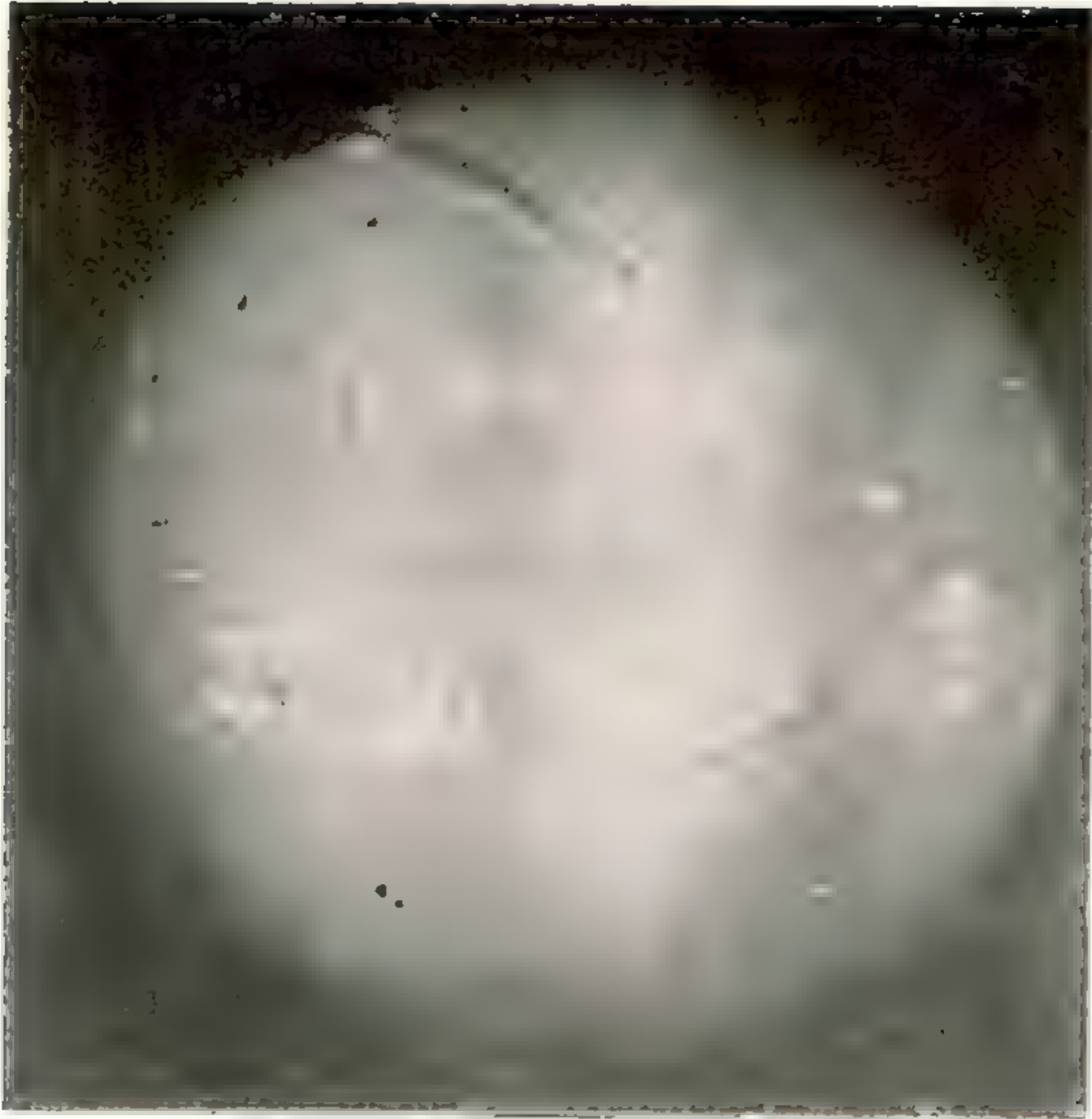


144A

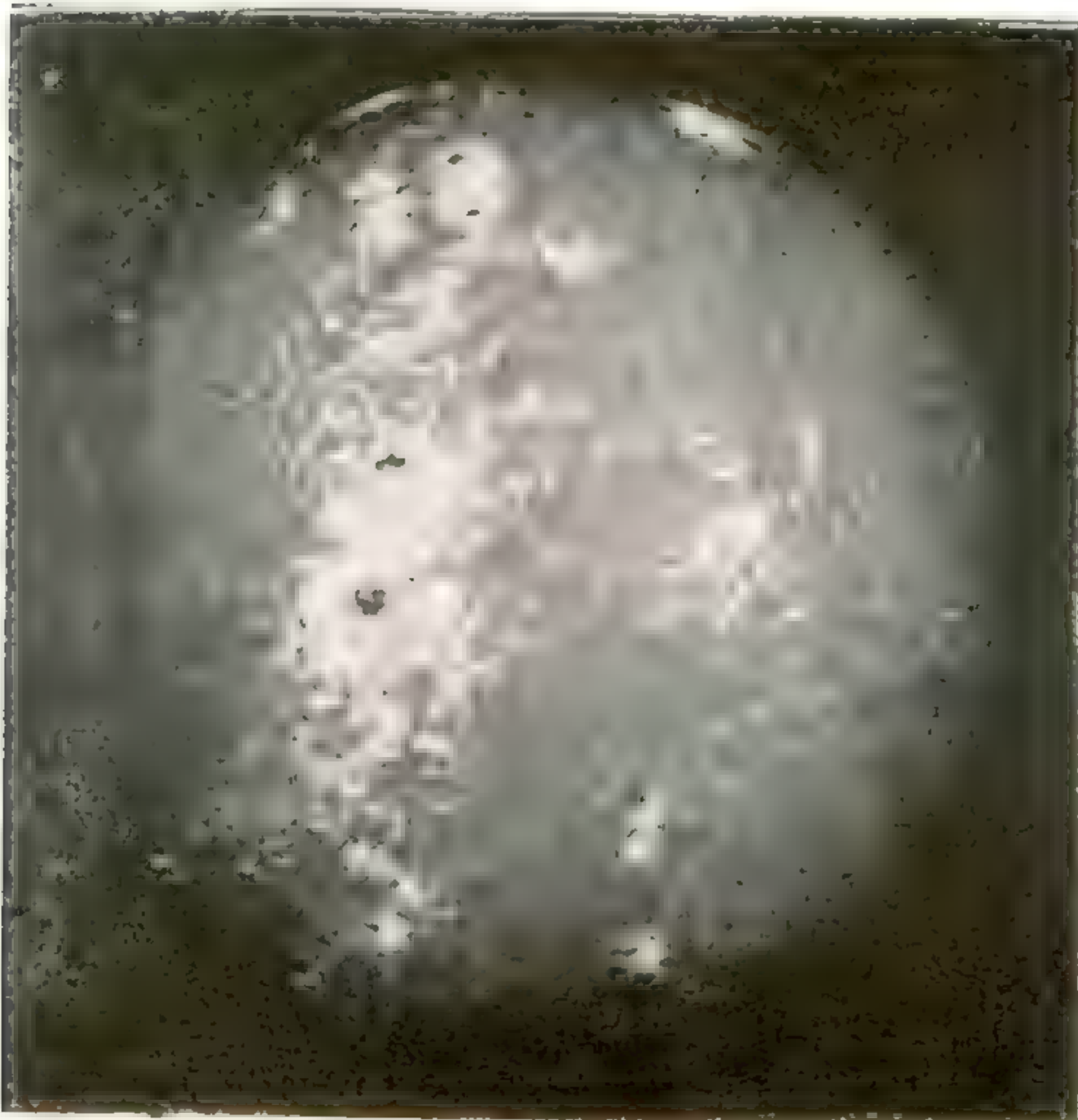
శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం  
లేలపోరా. (కృష్ణాజ్ఞా.)



శ్రీ-వ పటము. ఏప్రిల్, 1947 నాటి సూర్యాంక  
సమూహము. విడివైపు దిగువ భాగమందున్న  
గుండ్రని బింబము భూమియొక్క సాపేక్ష పరిమాణ  
మును నూచించును. (పుట. 135)



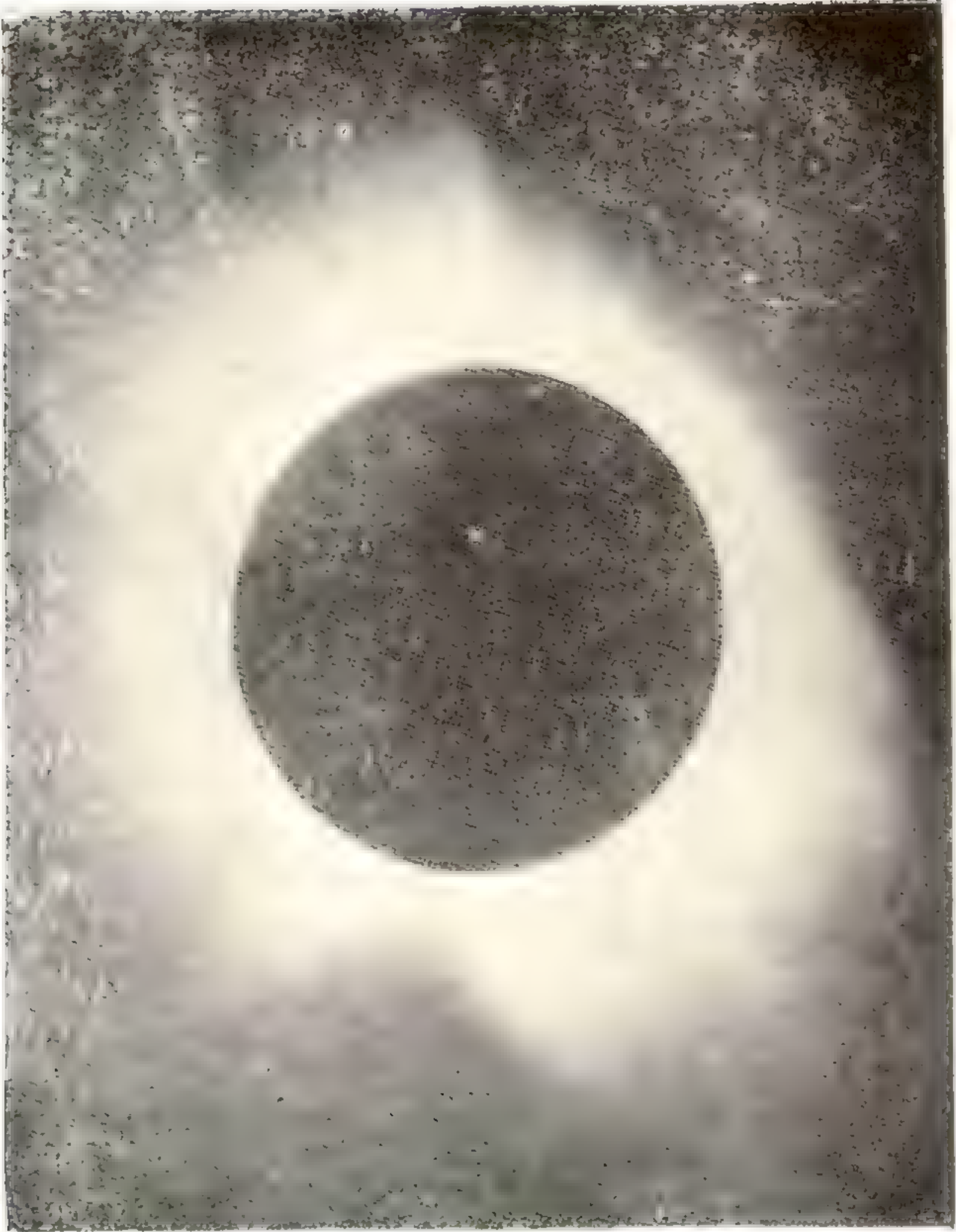
6-వ పటము. హైడ్రోజని కాంతిలో తీసిన సూర్యుని  
చాయాచిత్రము (పుట. 149)



7-వ పటము, కార్బియమ్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని  
చాయాచిత్రము (పుట. 149)



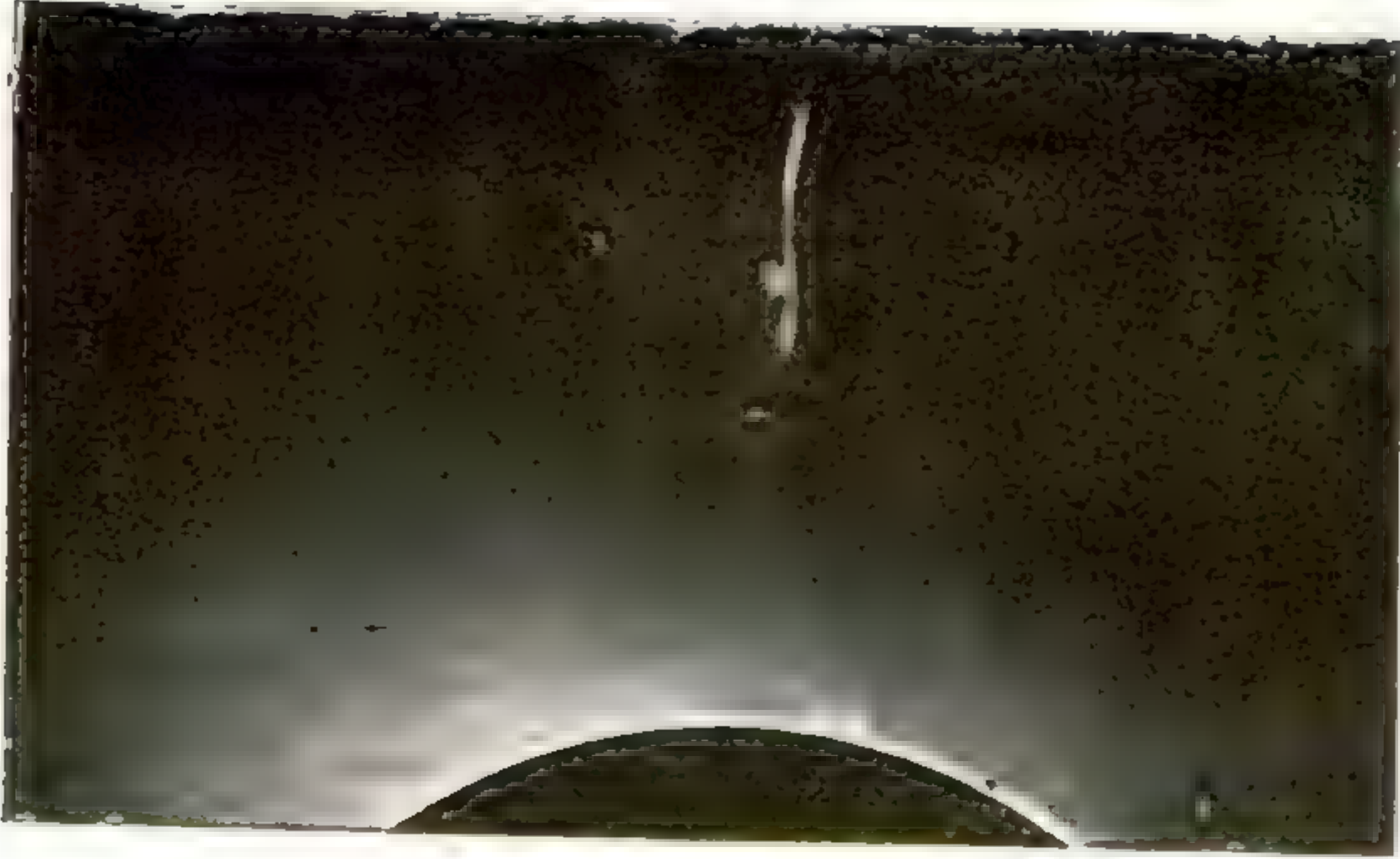
1111C



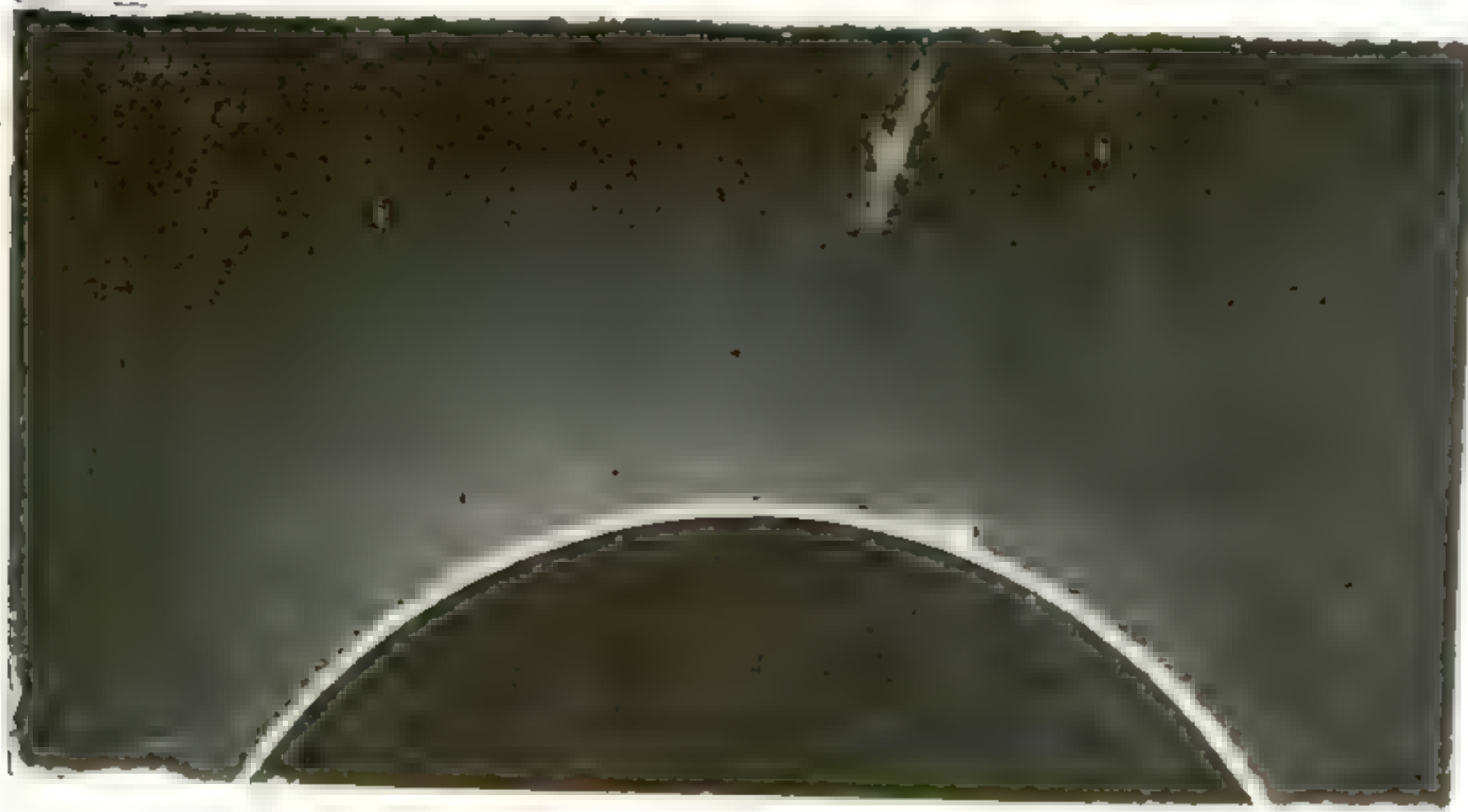
గ.వ. పరిశీలన. ముద్రాణము (ప్ర. 171)

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం  
శ్రీలక్ష్మణం. (కృష్ణా జిల్లా.)

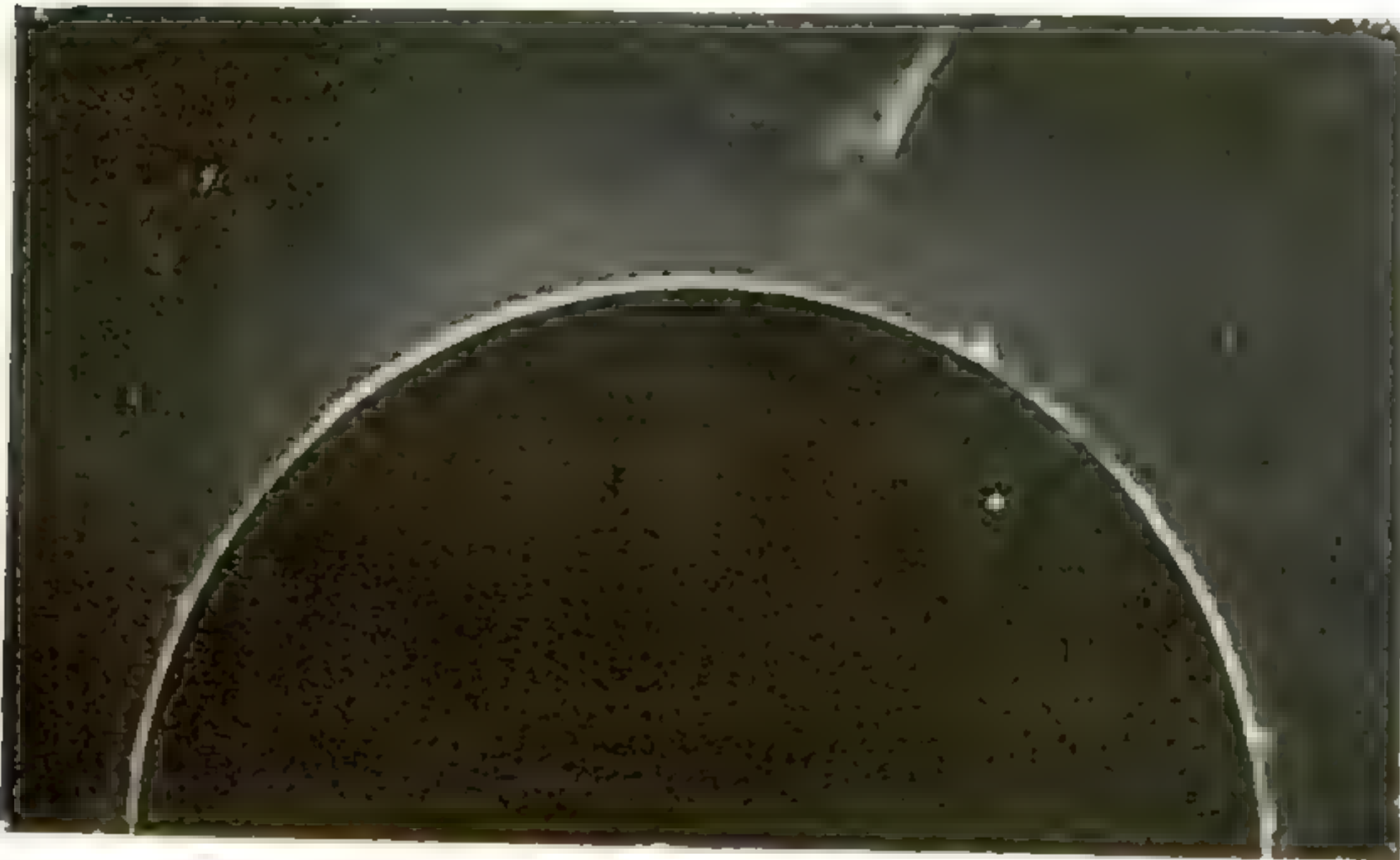
144D



9 గం. 35 ని.



8 గం. 35 ని.



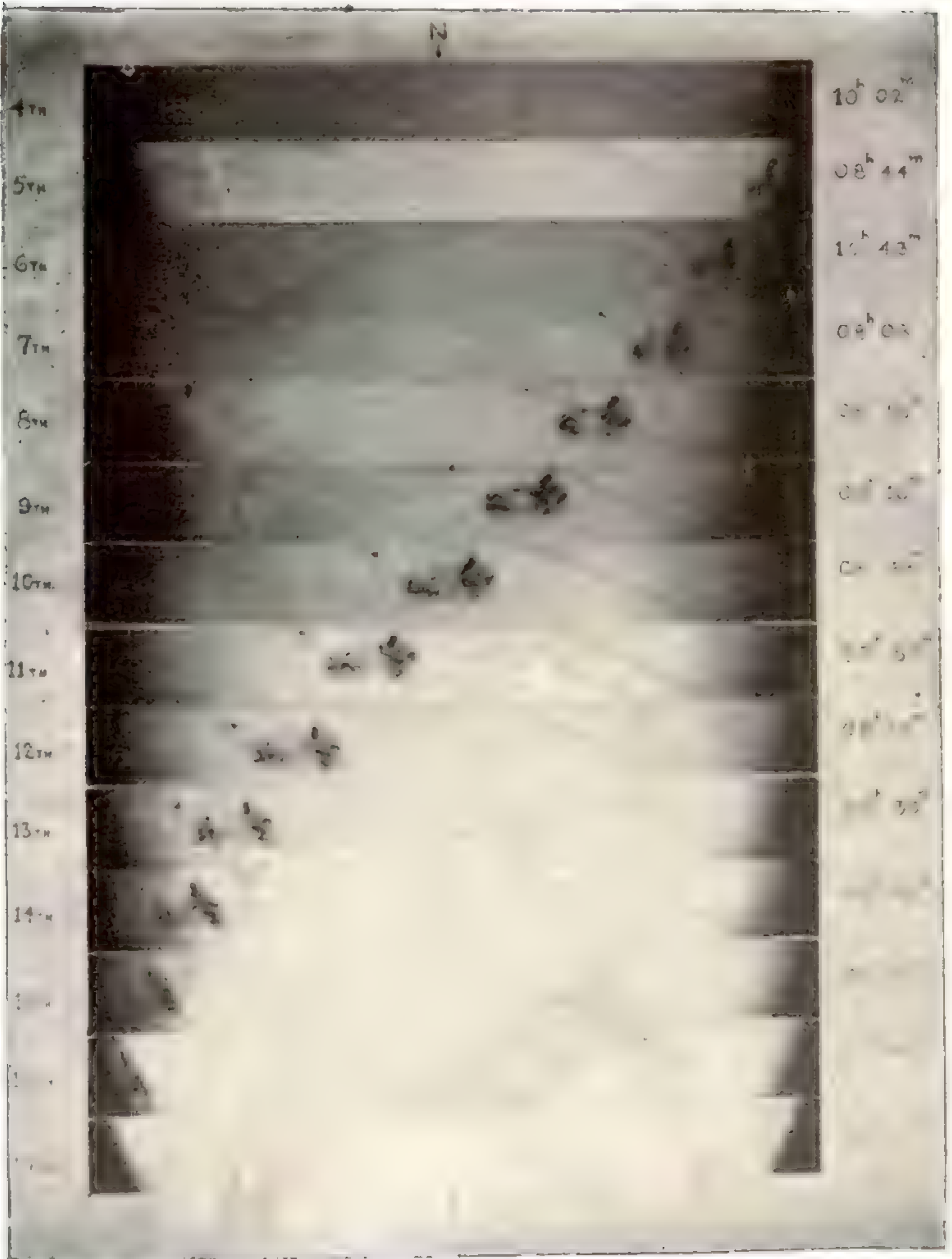
7 గం. 35 ని.

9-వ పటము. సౌరజ్వాలలు (పుట. 155)

19-11-'28 నాడు సూర్యగోళమందేర్పడిన పెద్ద సౌరజ్వాల మొకటి వీప్త్యాపరణమునుండి 4,90,000 మైళ్ళు దూరమునను పటములో గమనింపవచ్చును.



144E



10-వ ఫ్రేమ్. సూర్యోదయ ప్రమాణము (పు. 161)

144F



11-వ పటము. చంద్రుడు (పుట. 171)

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్  
నేలకొల్లా. (కృష్ణా జిల్లా.)



లండున్న విస్ఫులింగములు చాలప్రస్ఫుటముగ గోచరమగును. దీప్త్యావరణముకంటె నివి యెక్కువదీప్తిమంతములగుటకు కారణము వానితాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె హెచ్చుగనుండుటయే. వానితాపక్రమము రమారమి  $7400^{\circ}\text{K}$  ఉండును. విస్ఫులింగములుకూడ కలకాలము నిలిచియుండవు. సూర్యాంశముల జీవితపరిమాణమువలెనే వీని జీవితపరిమాణముకూడ కొన్ని నిమిషములనుండి కొన్ని నెలలవరకు నుండును.

### పరివర్తకస్తరము

భూగోళమునావరించి వాతావరణ మెట్లున్నదో అట్లే సూర్యగోళములో దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించి తక్కువ సాంద్రతగల ఆవరణములు కొన్నియున్నవి. కాని భూవాతావరణముతో ఈఆవరణములను పోల్చుట అంతసమంజసముకాదు. భూతలమునకును వాతావరణమునకును నడుమ ప్రస్ఫుటమైన సరిహద్దు గలదు ; కాని అట్టిది దీప్త్యావరణమునకును దానిని పరివేష్టించియున్న ఆవరణములకును నడుమలేదు. దీప్త్యావరణసాంద్రత క్రమానుగతక్షీణతను పొందుటవలన దీప్త్యావరణపు టుపరిభాగమును, దానిపైయావరణాల అగ్రభాగములును ఒకదానితోనొకటి లీనమగుచున్నవి.

సూర్యగోళమందు దీప్త్యావరణమునకు పైనున్న ఆవరణలలో దీప్త్యావరణమును చేరియున్నదానికి పరివర్తకస్తరము అంటారు. సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాక్షోహోల్స్ లేఖ లేవు యుట కిదియే కారణము. దీప్త్యావరణము ప్రసరించుచున్న

అఖండవర్ణమాలనుండి యీపరివర్తకస్తరమునందున్న మూల ద్రవ్యములు తమ కనుగుణమైన వర్ణములను శోషించుటచేత నావర్ణ్యోపము గలిగి సూర్యవర్ణమాలయం దాయాప్రదేశము లలో నల్లనిరేఖలు కానవచ్చుచున్నవి. అఖండవర్ణమాలనుండి కొన్నిరంగుల కాంతులను శోషించగల సామర్థ్యము అఖండవర్ణ మాల నుత్పత్తిచేయుదానికంటె తక్కువ తాపక్రమముందుండి ఆయుత్పత్తిస్థానమును చుట్టియున్న మండలమునకే యున్నదిగాన దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె పరివర్తకస్తరతాపక్రమముతక్కువనుట నిశ్చయము.

సూర్యవర్ణమాలయందు రమారమి 21,835 ఫ్రాహ్ ఫోర్ రేఖలను ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు 'రికార్డు' చేసిరి. ఈరేఖలలో కొన్నిమాత్రము భూవాతావరణముచే నేర్పడినవి. సూర్యకాంతి అవేక్షకుని చేరుకోవున భూవాతావరణముద్వారమునకూడ ప్రసరింపవలసియున్నది కాబట్టి ఆసమయములో సూర్యకాంతియందలి కొన్నివర్ణములను భూవాతావరణమందలి గాలులు శోషించును. అందుచేత కేవలము భూవాతావరణ శోషణముచే నేర్పడిన రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలయం దుండుటకు వీలున్నది. ఇట్టిరేఖలకు భౌమరేఖలనిపేరు. మిగిలిన రేఖలన్నియును పరివర్తకస్తరమునందలి ద్రవ్యముచే కలిగినవే. అక్కడక్కడ కొన్ని రేఖలుమాత్రము సూర్యాంకములచే నేర్పడినవికూడ నుండవచ్చును. ఈరేఖలనుబట్టి యరసిన ఫలితములవలన భూమియందు లభ్యమగుచున్న మూలద్రవ్యములలో 61 మూలద్రవ్యములు\* సూర్యగోళమందున్నవని స్పష్టమైనది;



ఇంకొక అయిదు మూలద్రవ్యముల యునికి కొంచె మనుమాన ముగానున్నది. మిగిలిన మూలద్రవ్యములుకూడ సూర్యగోళమం దుండుననుటకు సందేహములేదు. కాని వానిలో పెక్కింట్టికి సంబంధించిన రేఖలను భూవాతావరణమందలి ఓజోకావాయువు కనపడుకుండచేయుటచే, ఆ మూలద్రవ్యములు సూర్యగోళమం దున్నదియు లేనిదియు తెలియకున్నది. భూవాతావరణమును దాటి పంపబడిన 'రాకెట్లు' తీయునట్టి సూర్యవర్ణమాలలనుబట్టి ఆమిగిలిన మూలద్రవ్యముల సమాచారముకూడ మనకు తెలియవచ్చును.

## వర్ణావరణము

పరివర్తకస్తరమునకు వెలుపల దీప్త్యావరణముచుట్టునున్న యావరణమే వర్ణావరణము. దీనిసాంద్రత మిక్కిలితక్కువ. వర్ణావరణమునుండి దూరముగా పోయినకొలదియు దీనిసాంద్రత క్రమముగా క్షీణించును. ఇదికూడ కొంత కాంతిమంతమైన మండలమైనను దీప్త్యావరణదీప్తితో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి మిక్కిలితక్కువ. అందుచేత సూర్యుని ప్రచండతేజస్సుతో నక్షత్రములనుచూడజాలనట్లు దీప్త్యావరణపు టధికదీప్తితో దీనిని చూడలేము. 'కాబట్టి దీని ననుశీలించుటకు తగినసమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ కాలమందు దీప్త్యావరణము పూర్తిగా మరుగుపడియున్న తరుణమే. ఈయనుశీలనమునలన వర్ణావరణ ములో దీప్త్యావరణమునకు చేరువగానున్న భాగమందు కాంతి తీక్షణత కొంత హెచ్చుగానుండి దూరమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా తగ్గునని విదితమైనది.

వర్ణావరణపు సరాసరిసాంద్రత దీప్త్యావరణసాంద్రతలో లక్షలవంతును, భూవాతావరణసాంద్రతలో వేలవంతును ఉండునేమో ! దీనితాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె చాలతక్కువ యని కొద్దికాలముక్రిందఁజేసినరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. కాని యిటీవల రెడ్ మన్ విజ్ఞాని వర్ణావరణపు తాపక్రమము 30,000 అంశలని నిరూపించెను. అయినచో దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె వర్ణావరణపు తాపక్రమము సుమారు అయిదురెట్లుండును.

వర్ణావరణమును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ సమయము లందేగాని ప్రత్యక్షముగా నవేక్షింపలేకపోయినను విజ్ఞానపరికరముల సాహాయ్యమున దానిని సదా యనుశీలించుట కవకాశమున్నది. ఇట్టి యనుశీలనములవలన వర్ణావరణమునందు కూడ అనేకమూలద్రవ్యములు వాయురూపముగోనున్నవని విశదమైనది. కాని వీనిలో ఎరుపురంగు కాంతిని ప్రసరించు హైడ్రోజని, హీలియమ్, కాల్షియమ్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే సాపేక్షముగా నెక్కువగానున్నవి.

ఒక్కొక్కపుడు వర్ణావరణముయొక్క ఛాయాచిత్రములను ఏకవర్ణ కాంతిలో తీయుదురు. ఇట్టివానికి 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' అనిపేరు. ఈస్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ లనుగూర్చి చర్చించుటకు పూర్వము కాంతివర్ణమునుగూర్చి ఒకటిరెండు విషయములు ప్రస్తావించవలసియున్నది. ఒకవస్తువునుండి ఊదా మొదలు ఎరుపువరకును గలకాంతులలో కొన్నిరంగులకాంతులు ప్రసారితమగుచున్నవనుకొందము. ఆవస్తువునందలి వేర్వేరు



భాగములు పైరంగులలో నొక్కొక్కదానినే ప్రసరించుచున్న వనికూడ అనుకొందము. అప్పుడు ఎఱ్ఱని గాజుఫలకముద్వారమునగాని, ఎఱ్ఱని కాంతిలోగాని ఆనస్తుప్రసూ చూచినచో, ఆనస్తుప్రసూ ఎరుప్రరంగుకాంతిని ప్రసరించుభాగమే గోచరమై మిగిలినది నల్లగా నుండును. ఇతరవర్ణకాంతిల విషయమున కూడనట్లే. అందుచేత ఏదైననొకరంగు గలకాంతిలో సూర్యుని ఛాయాచిత్రమును తీసినట్లయిన ఆరంగుగల కాంతిని ప్రసరించుచున్న సూర్యగోళభాగము దీప్తిమంతముగాగోచరమై, మిగిలిన భాగము తేజోహీనముగా నగపడును. మనము సూర్యుని ఛాయాచిత్రము నేరంగు కాంతిలో తీయుదుమో, ఆరంగుకాంతి యేమూలద్రవ్యమువలన కలుగుచున్నదో తెలిసికొన్నయెడల ఆరంగుకాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రమునుబట్టి వర్ణావరణమునం దామూలద్రవ్య మెంతవివిగానున్నదో అరయవచ్చును. సాధారణముగా ‘స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్’ లను కార్నియమ్ ప్రసరించు ఊదారంగుకాంతిలోను, హైడ్రోజని ప్రసరించు ఎరుప్రరంగుకాంతిలోను తీయుదురు. 6, 7 పటము లట్టి ఛాయాచిత్రములే.

‘స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్’ లను పరీక్షించినయెడల అవి తేజోవంతములైన మచ్చలతోను, కాంతిహీనములైన మచ్చలతోను పొడలు పొడలుగా నున్నట్లు స్పష్టమగును. ఈపొడల పొడల భాగములకు ‘ఫ్లోక్యులీ’ లనవేరు. ‘కార్నియమ్ ఫ్లోక్యులీలు’ సాధారణముగా తేజోవంతములై యుండును. ముఖ్యముగా నవి సూర్యాంకముల చెంతనేయుండి, ఒక్కొక్కప్పుడు

సూర్యాంకములనుకూడ కప్పివేయుచుండును. 'హైక్రొజని  
ఫ్లోక్యులీ' లలో తేజోవంతములైనవియును, తేజోహీనములైనవి  
యునుకూడ నున్నవి. ఇవి సాధారణముగా పోచలవలె సాగి  
యుండును ; కాల్షియమ్ ఫ్లోక్యులీలు గుత్తులు గుత్తులుగా చేరి  
యుండును. తేజోవంతములైన ఫ్లోక్యులీల తాపక్రమము దీప్త్యా  
వరణ తాపక్రమముకంటె అధికమగుటచేత అవి అధికదీప్తి  
తోను, తేజోహీనములైన ఫ్లోక్యులీలయొక్క తాపక్రమము  
దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె తక్కువగుటవలన అవి మంద  
దీప్తితోను కనపడుచున్నవి.

మ కు ట ము

వర్ణావరణము నానుకొని మకుటమున్నది. దీనిసాంద్రత  
మిక్కిలితక్కువ. దీప్త్యావరణముతో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి  
చాలతక్కువ యగుటవలన, సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణసమయ  
మందుగాని దీని నవేక్షింపలేము. ఒకప్రదేశములో చంద్ర  
గ్రహణమువలె సూర్యగ్రహణము తరచుగా సంభవించదు.  
అందును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణముకలుగుట చాలఅరుదు. ఇక  
సంపూర్ణసూర్యగ్రహణకాలమందైనను సూర్యుని దీప్త్యావరణ  
మును సంపూర్ణముగా నాలుగు నిమిషములకంటె హెచ్చు  
కాలము చంద్రగోళ మాచ్ఛానింపలేదు. ఈ హేతువులన్నింటి  
వలనను మకుటము ననుశీలించుట శాస్త్రజ్ఞులకు హెచ్చుప్రయా  
సముగా పరిణమించినది.

మకుటము తేజోవంతమైన ఆకుపచ్చని కాంతిని ప్రస  
రించుచు వర్ణావరణమునుండి లక్షలకొలది మైళ్ళవరకును



వ్యాపించియున్నది. దీని యాకారము దీప్త్యావరణమున జనించు సూర్యాంకముల సంఖ్యనుబట్టి మారుచుండును. సూర్యాంకములసంఖ్య గతిస్థమై యున్నపుడు వర్ణావరణము చుట్టు నిది సమ్మితముగా వ్యాపించియుండును; కాని సూర్యాంకములసంఖ్య కలిష్టముగా నున్నపు డిది వర్ణావరణము చుట్టును సమ్మితముగా నుండక సూర్యగోళమధ్యరేఖా ప్రాంతములను కొంచెము సాగియును, ధ్రువప్రాంతములందు కొంత అడుమబడియు నుండును.

మకుటమునందలి యొక కమనీయమైన దృశ్యము జ్యోతిష్పంక్తులు. అయస్కాంతము నొకదానిని అట్టపై బెట్టి, ఆ అట్టమీద సమముగా నన్నని ఇనుపపొడిని పేర్చి అట్టను నెమ్మదిగా చేతితో తట్టినయెడల అది పంక్తులుగా తీర్చిదిద్దినట్లేర్పడును. ఈపంక్తులు ధ్రువములదగ్గర అందముగావంపు తిరిగి ధ్రువములను చేరుకొనును. ఈరీతిగనే మకుటమునందు కూడ కాంతి కిరణములు అందముగా వంపుతిరిగి సూర్యగోళ ధ్రువములను చేరుకొనుచున్నట్లగపడును. ఈకాంతికిరణములకే జ్యోతిష్పంక్తు లనిపేరు.

మకుటము సాంద్రత యెంతతక్కువ యైనప్పటికిని అది కూడ కొంతకాంతిని ప్రసరించుచుండును. మకుటము ప్రసరించునట్టి మొత్తముకాంతి దీప్త్యావరణము ప్రసరించు కాంతిలో సుమారు పదిలక్షోవంతును, పూర్ణిమచంద్రుని వెన్నెలలో రమారమి సగమునుండునని శాస్త్రజ్ఞులూహించినారు. ఈ కాంతిలో రమారమి సగముభాగము వర్ణావరణమునకు ఒకలక్ష మైళ్ళలోపుననున్న భాగమునుండియే లభ్యమైనది.

మకుటమునుండి వికీర్ణమైన కాంతిని వర్ణమాలామాపకముతో ననుశీలించుటవలన కొన్ని విచిత్రమైన విషయములు తెలియవచ్చినవి. మకుటముచే నేర్పడినది అఖండవర్ణమాల. ఆవర్ణమాలయందు 26 కాంతిమంతమైన రేఖలుకూడ గోచరమైనవి. మకుటముయొక్క వర్ణమాలయందు దీకాంతిమంతమైన రేఖ లెక్కు గోచరమగుచున్ననో వినరించుట చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యముకాలేదు. సామాన్యముగా నిట్టికాంతిమంతమైన రేఖ లేర్పడవలెననిన వానిని కలుగజేయుచున్న తేజోత్పత్తిస్థానపు తాపక్రమము కొన్నిలక్షల అంశలుండవలెను. కాని దీప్త్యావరణమునకు చాలదూరమున అతిపలుచగానున్న మకుటము అంత హెచ్చుతాపక్రమమును కలిగియుండుట యసంభవమును నమ్మకముతో ఇటీవలవరకును శాస్త్రజ్ఞులుండుటచే ఆనైపునకేవారియాలోచనలు సాగలేదు. కాగా భూమియందులేనట్టి 'కొరోనియమ్' అనునొక ద్రవ్యము వలన మకుటవర్ణమాలయందలి రేఖ లేర్పడుచున్నవని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిరి. కాని అది యెవరికిని సమ్మతముకాలేదు. ఆతరువాత 1939 వ సంవత్సరములో గ్రోట్రియన్ అను జర్మనీదేశవిజ్ఞాని, 'అల్పసాంద్రతాస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములు అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములొసగునటువంటివర్ణమాలలనే యేర్పరచునని' సిద్ధాంతీకరించి, ఇనుము, నికెల్, కాల్షియమ్వంటి లోహములవలననే యీరేఖ లేర్పడుచున్నవని వివరించెను. కాని యీసిద్ధాంతమునుకూడ శాస్త్రజ్ఞులందరు ఐక్యకంఠముతో నామోదించలేదు. మకుటము



అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందున్న నేగాని అది వర్ణావరణమును దాటి లక్షతాదివైశ్య ప్రదేశములలోనికి విస్తరించియుండలేదని యును, తన్మూలముగా అది అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందుండుటే గూఢమనియును ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులలో పలువురు వచించుచున్నారు. బహుశః అది సత్యముగావచ్చును. మకుటము యొక్క తాపక్రమము రమారమి 10 లక్షల అంశలుండునని విజ్ఞులూహించుచున్నారు.

పైని పేర్కొనినట్లు మకుటము సనుశీలించుటకు తగిన సమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణకాలమే. ఇటీవలనరకును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములలోనే దానిని శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించుచుండిరి. కాని 1930 లో లాయట్ అను ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని సూర్యగ్రహణములేని సమయములోకూడ మకుటము నవేక్షించుటకుగాను 'కొరొనాగ్రాఫ్' అనునొక పరికరమును కల్పించెను. ఈపరికరముయొక్క ముఖ్యవ్యాపారము కృత్రిమముగా సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము నేర్పరచుట. ఈపరికరము బాగుగా వాడుకలోనికి వచ్చినపిమ్మట మకుటమునుగూర్చి మనకింకను ఎక్కువవిషయములు తెలియవచ్చుననుటకు సందేహములేదు. అప్పుడు మకుటావరణతత్వము సంపూర్తిగా అవగతమగునేమో !

భూవాతావరణముపైకి బెలూనులలో దూరదర్శినులను పంపి, వానిచే మకుటముయొక్క ఛాయాచిత్రములను తీయించుటకు ప్రస్తుతము ఆంగ్లశాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించుచున్నారు. ఈప్రయత్నము సఫలమైననుకూడ మకుటస్వభావము విశదమగుట కనకాశమున్నది.

## సౌ ర జ్ఞా ల లు

సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయమందు దూరదర్శినితో సూర్యునిచూచినయెడల, చంద్రునిచే నాచ్ఛాదింపబడిన భాగమునుండి రెపరెపలాడుచు ఎజ్జగప్రకాశించుచున్న జ్వాలలు పైకి ఉద్గమించుచున్నట్లు గోచరమగును. ఆకాశచ్ఛనిరంగుతో ప్రకాశించుచున్న మహాతప్తభూమిపై నీయెజ్జని జ్వాలలు కడు మనోహరముగనుండును. వీనిని మొట్టమొదట 1733 న సంవత్సరము మే నెలలో స్వీడన్ దేశ ఖగోళవిజ్ఞాని వేసేనియన్ కనుగొనెను. ఈజ్వాలలకే సౌరజ్వాలలనిపేరు.

సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందు వాస్తవముగా నేర్పడుచున్నవి కావని ఆదిలో కొండటి శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి. భూమిమీద మృగతృష్ణలు మున్నగునవి నిజముగా లేకపోయినను ఉన్నట్లే యెట్లు గోచరించునో ఆరీతిగనే సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందున్నట్లు చంద్రునిచేత నెటులనో చూపబడుచున్నవని వాడుతలంచిరి. కాని ఆతరువాతి యవేక్షణలవలన ఇవి వాస్తవముగా సూర్యగోళమందేర్పడుచున్నవే యని నిర్ధారణయైనది. స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ సాహాయ్యమున సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము లేనిసమయమందుకూడ వీని నవేక్షింపవచ్చును ; అనుశీలింపవచ్చును.

స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ ద్వారమున చూచినపుడు వర్ణావరణము నానుకొని మహాన్నత పర్వతపరిమాణమందున్న జ్వాలలవలె సౌరజ్వాలలు కనపడును. ఇవి అత్యధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి లక్షలకొలదిమైళ్ళయెత్తున కెగయుచుండును.



కాని సామాన్యముగా నవి యెగసెడి దూరము 30,000 మైళ్ళుండును. సౌరజ్వాలలమందము రమారమి 6,000 మైళ్ళును, పొడువు 1,25,000 మైళ్ళును నుండును. భూపరిమాణమునకు రమారమి 93 రెట్లు పరిమాణమును ఒక్కొక్క సౌరజ్వాల కలిగియుండునన్నచో, అవియెంత పెద్దవో మనము గ్రహింప వచ్చును.

సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమునుండి బయలుదేరి అత్యధిక వేగముతో పైకెగయుచుండునుగాన వాని ననుశీలించుటకష్టము. అందుచేత ఇటీవల ప్రత్యేకపద్ధతుల నుపయోగించి వానిని 'సినీమా' తీయుచున్నారు. ఒక నటుని సినీమా తీసి ఆ సినీమాను తిరిగి ప్రదర్శించుటవలన నతడేరీతిగా నటించినదియు నెట్లుతెలిసికొనవచ్చునో అదేవిధముగా సౌరజ్వాలల సినీమా లనుచూచి వానినిగూర్చి తెలిసికొనుటకు వీలున్నది.

సౌరజ్వాలల ఆకారపరిమాణములలోను, సూర్యగోళము నుండి అవి పైకెగయునట్టి వేగములోనుకూడ న్యత్యాసము లున్నవి. పర్వతాకారమందున్నవి, వంతెన ఆకారమందున్నవి, జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి-వివిధాకారములందున్నవి వానిలో కలవు. పర్వతాకారమందున్న సౌరజ్వాలలు చాలనిలుకడగా గోచరించును; జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి విపరీతమైన వైతన్య స్థితిలో నున్నట్లుకనపడును. వీనివేగము సెకనునకు రమారమి 450 మైళ్ళవరకును ఉండును. సౌరజ్వాలలు అధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి పైకెగసినకొలదియును వ్యాకోచించి, మరింత పలుచనై, క్రమముగా అదృశ్యమగును.

దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుగా నున్నపుడు సౌరజ్వాలలసంఖ్యకూడ అధికముగా నుండునని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు వచించుచున్నారు. కాని సూర్యాంకములకును వానికిని సన్నిహితసంబంధమున్నదని నిశ్చయముగా చెప్పలేము. సూర్యాంకములు లేనిసమయములందుకూడ సౌరజ్వాలలు ఎక్కువగా గోచరమగుచుండును. ప్రకృష్టస్థితియందున్న దీప్త్యావరణము తననుండి కొంతపదార్థమును పైకి నెట్టచున్నదనియును, అదియే సౌరజ్వాలలుగా ప్రత్యక్షమగుచున్నదనియును కొంద రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని యివి యేర్పడుటకుగల కారణమింకను సరిగా అవగతముకాలేదు. వర్ణమాలామాపక పరిశోధనలవలన వానిలో హైడ్రోజని హెచ్చుగా నున్నదని స్పష్టమైనది.

### సూ ర్య స ం చ ల న ము లు

ఈప్రకరణమును ముగించుటకు పూర్వము సూర్యసంచలనములనుగూర్చి యొకించుక వివరించవలసియున్నది. సూర్యుడు ప్రతిదినమందును ప్రాతఃకాలముననే తూర్పుదిక్కున నుడయించి దివాకాలమందంతటను వినువీధిని పయనించి సాయంసమయమున పశ్చిమమున నస్తమించినట్లు గోచరించును. మరియు కర్కటసంక్రమణమునుండి మకరసంక్రమణమువరకు దక్షిణాభిముఖుడయ్యును, మకరసంక్రమణమునుండి కర్కటసంక్రమణమువరకు ఉత్తరాభిముఖుడయ్యును సంచరించుచున్నట్లుకూడ ఆయన ప్రత్యక్షమగును. లోగడ పేర్కొనినట్లు ఈ సంచలనములు సూర్యుని దృశ్యసంచలనములు ; భూభ్రమణపరిభ్రమణములవలన నవి కలుగుచున్నవి.



ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన సూర్యునకు నిజముగా రెండుసంచలనము లున్నవని వ్యక్తమైనది. అందులో ఒకటి భ్రమణము ; రెండవది పరిభ్రమణము. సూర్యుని భ్రమణగతిని మొట్టమొదట కనుగొన విజ్ఞాని గెలీలియో. సూర్యాంకముల సాహాయ్యమున ఆవిషయమునాయన యరయ గలిగెను. సూర్యగోళమధ్య రేఖసమీపమందున్న హెచ్చు జీవితకాలముగల సూర్యాంకము నొకదానిని దేనినైనను ప్రత్యేకించి పరీక్షించినచో అది క్రమముగా తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేసి, సూర్యగోళపు పడమటియంచును చేరుకొనిన పిమ్మట అదృశ్యమై తిరిగి సుమారు 12½ దినములకు సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచున నగపడును. దీనినిబట్టి సూర్యగోళము తనలో తాను 25 దినములలో నొకసారి భ్రమించుచున్నదని మనము భావింపవచ్చును. కాని వేర్వేరు అక్షాంశములందున్న సూర్యాంకములను నిశితముగా నపేక్షించినయెడల అవి యన్నియు సమాన భ్రమణకాలములను కలిగియుండలేదనియు, సూర్యగోళమధ్యరేఖనుండి ధ్రువములచెంతకు పోయినకొలదియు వానిభ్రమణకాలములు హెచ్చుననియును వ్యక్తమగును. సూర్యగోళతలమున 40 వ అక్షాంశముపైని సూర్యాంకములు ప్రత్యక్షముకావు కాబట్టి ఆ అక్షాంశములందలి సూర్యగోళ భ్రమణకాలములను సూర్యాంకములనుబట్టి కనుగొనలేము. అందులకై వర్ణమాలల సాహాయ్యమును శాస్త్రజ్ఞు లపేక్షించుచున్నారు. సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచునుండియును, పడమటియంచునుండియును వచ్చుచున్న కాంతిని వేర్వేరుగా వర్ణమాలా దస్థినితో ననుశీలించినయెడల పడమటి యంచునుండి వచ్చిన

కాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఎరుపురంగున్న భాగమువైపునకును, తూర్పు అంచునుండి ప్రసరితమైన కాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఊదారంగున్న భాగమువైపునకును జరిగినట్లు గోచరమగును. సూర్యగోళము పశ్చిమమునుండి తూర్పుదెసగా తనయక్షముపై తనలోతాను తిరుగుచుండుటచేతనే వర్ణమాల లందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలస్థానములో నీస్థానభ్రష్టత్వము సంప్రాప్తమైనది. వర్ణమాలారేఖల స్థానభ్రష్టత్వపరిమాణము నకును సూర్యగోళభ్రమణవేగముల పరిమాణమునకును సంబంధమున్నది కాబట్టి వేర్వేరు అక్షాంశము లందలి తూర్పు పడమర అంచులనుండి ప్రసరితమైన కాంతులచే నేర్పడిన వర్ణమాలల ననుశీలించి, వానియందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖల స్థానభ్రష్టత్వమునుబట్టి ఆయా అక్షాంశములందు సూర్యగోళ భ్రమణవేగ మెంతెంతయో నిర్ణయింపవచ్చును. ఈవిధముగా గావించిన యనుశీలనమువలన దిగువ పేర్కొనిన ఫలితములు లభ్యమైనవి.

అక్షాంశము

భ్రమణకాలము

0°

24.64 దినములు

15°

25.41 ,,

30°

26.45 ,,

45°

28.54 ,,

60°

30.99 ,,

75°

33.07 ,,



సూర్యగోళభ్రమణవేగము అక్షాంశములనుబట్టి యేల మాచుచున్నదో ఇంతవరకు సరిగా శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనలేక పోయిరి.

సూర్యునకు భ్రమణగతియేగాక పరిభ్రమణగతికూడ నున్నది. కొద్దిగా ఎడముగానున్న రెండు పెద్దగ్యాస్ లైటు దీపములు మనకొకమైలుదూరములో నున్నవనుకొందము. దూరమునుండి చూచినయెడల ఆదీపములు ఒకదానికొకటి దగ్గరగానున్నట్లు కనపడును. కాని ఆదీపములవైపు మనమేగిన కొలదియు ఆరెండుదీపములు క్రమముగా ఎడముగాజరిగినట్లును, దీపములనడుమ నిలబడి చూచినపుడు అవిరెండు ఎరురెరుగుగా నున్నట్లును గోచరించును. దీపములవైపు చూచుచు అక్కడ నుండి క్రమముగా దూరముగా పోయినయెడల దీపములు మరల క్రమముగా ఒకదానికొకటి చేరువకు వచ్చుచున్నట్లుభివ్యక్తమగును. దూరదర్శినితో నక్షత్రముల నవేక్షించినపుడు ఇందుకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే ఆకాశములో కనపడుచున్నది. భూమినుండి చూచినపుడు ఆకాశములో ఒకభాగమందున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగా ఎడమెడముగా చెదరిపోవుచున్నట్లులను, ఆభాగమునకు విముఖదిశలోనున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగనే దగ్గర దగ్గరగా చేరుకొనుచున్నట్లులను గోచరించును. దీనినిబట్టి సూర్యుడు తనకుటుంబముతో కలిసి మరియొక మహత్తరగోళముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండెననియును, ఆ పరిభ్రమణకాలము మిక్కిలి యెక్కువయైయుండు ననియును శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

## చంద్రుడు

చల్లనివెన్నెలనొసగుచున్న చంద్రుడు రసికులకు, కళోపాసకులకు ఆరాధనీయుడు. భూవాసులలో పలువురూ రాచననుకూడ దైవతముగా భావించి కొలుచును. కాని సూర్యకుటుంబములో చంద్రునకు విశేషప్రాముఖ్యమేమియునులేదు. ఆయన భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము మాత్రమే.

ఆధునికఖగోళవిజ్ఞానులకు తెలిసినగ్రహములు మొత్తము పది. వీనిలో అంతర్గ్రహములైన బుధ, శుక్రులకును, అల్పగ్రహములైన ఆస్టిరాయిడులకును, సూర్యకుటుంబపు వెలుపలి సరిహద్దునందున్న ప్లూటోకును ఉపగ్రహసంతతియున్నటుల కానరాలేదు. భూమికి ఒక్కఉపగ్రహము మాత్రమే గలదు. కుజునకు 2, గురునకు 12, శనికి 9, యురేనస్కు 5, నెప్ట్యూన్కు 2 ను ఉపగ్రహములున్నటుల శాస్త్రజ్ఞు లింతవరకు కనుగొనినారు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలం దేరితిగా పరిభ్రమించుచున్నవో ఆరీతిగనే గ్రహములచుట్టును ఉపగ్రహములుకూడ దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్నవి. ఉపగ్రహగతులుకూడ గ్రహగతినియమానుసారముగనే జరుగును.

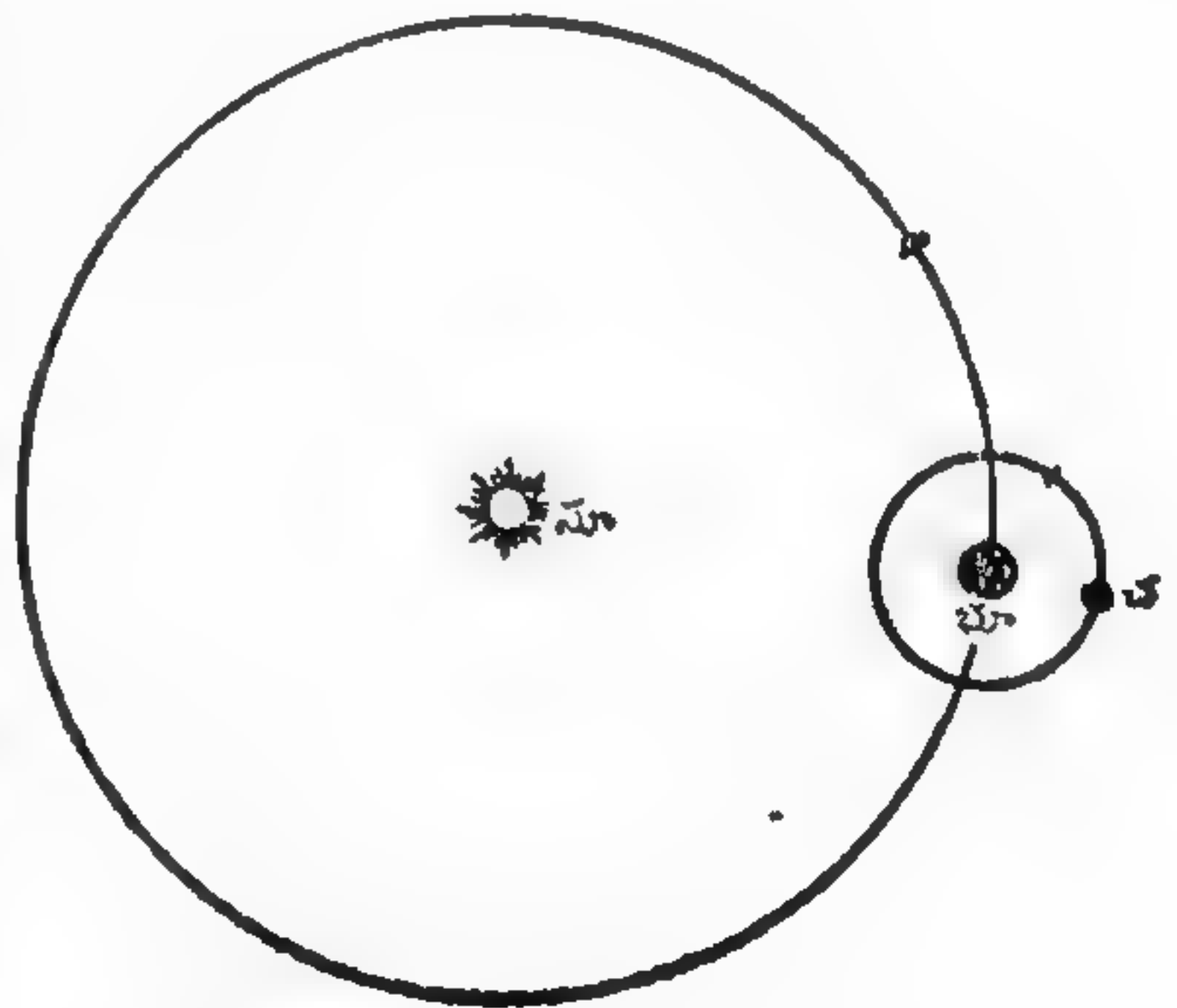
చంద్రునికక్ష్య యెక్కువవికేంద్రమైలేదు. ఇంచుమించు వృత్తాకారముగనే అది యున్నది. దాని వికేంద్రత 0.055 మాత్రమే. చంద్రుడు భూమికి మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు



భూచంద్రులనడిమిదూరము 2,21,463 మైళ్ళును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపు డది 2,52,710 మైళ్ళును ఉండును. అంత రాశముతో భూమికి మిక్కిలి స్నిహితముగా నున్నమూర్తి చంద్రుడే.

భూమినిబట్టి చంద్రునికక్ష్య దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నను సూర్యునిబట్టి చంద్రునిమార్గము దీర్ఘవృత్తాకారమున నుండదు ; పాము మెలికల ఆకారమునుపోలి అవియుండును. ఈమార్గము పర్యాయముగా నొకసారి భూకక్ష్యకు లోపునను, వేరొకసారి భూకక్ష్యకు వెలుపలను ఉండునని వేరేచెప్పనక్కర లేదు. సూర్యునిబట్టి భూచంద్రులకక్ష్య లెక్లుండునో 28 వ చిత్రము సూచించును.

కాని నక్షత్రములనుబట్టి ఆకాశముతో చంద్రుని మార్గము వృత్తాకారమున నుండును. దీనితలము క్రాంతివృత్త తలమునకు రమారమి 5-అంశలు వంగి యున్నది. ఈమార్గము వెంబడి ఋజుగతిని చంద్రుడు సంచరించు చున్నాడు. చంద్రుని పరిభ్రమణ కాలపరిమితి 27 $\frac{1}{3}$



28 వ చిత్రము

సూ - సూర్యుడు

భూ - భూమి

చ - చంద్రుడు

దినములు. నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణకాలపరిమితి దీనికంటె

చాలయెక్కువకాబట్టి, నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణవేగము కంటె చంద్రుని దృశ్యపరిభ్రమణవేగము చాలయెక్కువ. అందువలన నక్షత్రములనుబట్టి చంద్రుడు నిత్యము తూర్పుదిశగా గమనించుచున్నట్లు ద్యోతకమగును. చంద్రుని యీగమన మార్గమందే ఆకాశములో అశ్విన్యాని 27 నక్షత్రములు నున్నవి. ఆకాశములో చంద్రు డేదినమున నేనక్షత్రమున్న ప్రదేశమున సంచరించుచుండునో ఆదినమున నానక్షత్రమని పంచాంగకర్తలు పేర్కొందురు.

చంద్రుడు భూమిచుట్టు పరిభ్రమించుటయేగాక తనలో తానుకూడ భ్రమించుచున్నాడు. చంద్రగోళతలమును దూర దర్శినితో అవేక్షించుటవలన ఆగోళములో ఒకేఅర్ధభాగ మెల్ల పుడు మనకు ప్రదర్శితమైయుండునని స్పష్టమైనది. దీనినిబట్టి చంద్రునిభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

క శ లు

చంద్రుడు ప్రదర్శించు కళలు కనుమనోహరమైన దృశ్యము. అమావాస్యవెళ్ళినపిమ్మట సూర్యుడస్తమించిన వెనువెంటనే వెలవెలబోవుచు నున్న ని అర్ధవర్తులరేఖగా చంద్రుడు పశ్చిమాకాశమున గోచరించును ; ఆకసము స్వచ్ఛముగ నున్నచో ఆచంద్రరేఖనంటి మిగిలిన చంద్రగోళముకూడ అస్పష్టముగ కనిపించును. క్రమముగా పౌర్ణమి సమీపించినకొలదియు ఆరేఖాపరిమూలము వృద్ధిచెందును ; సూర్యుడస్తమించు సమయముననున్న చంద్రబింబస్థానముకూడ క్రమముగా

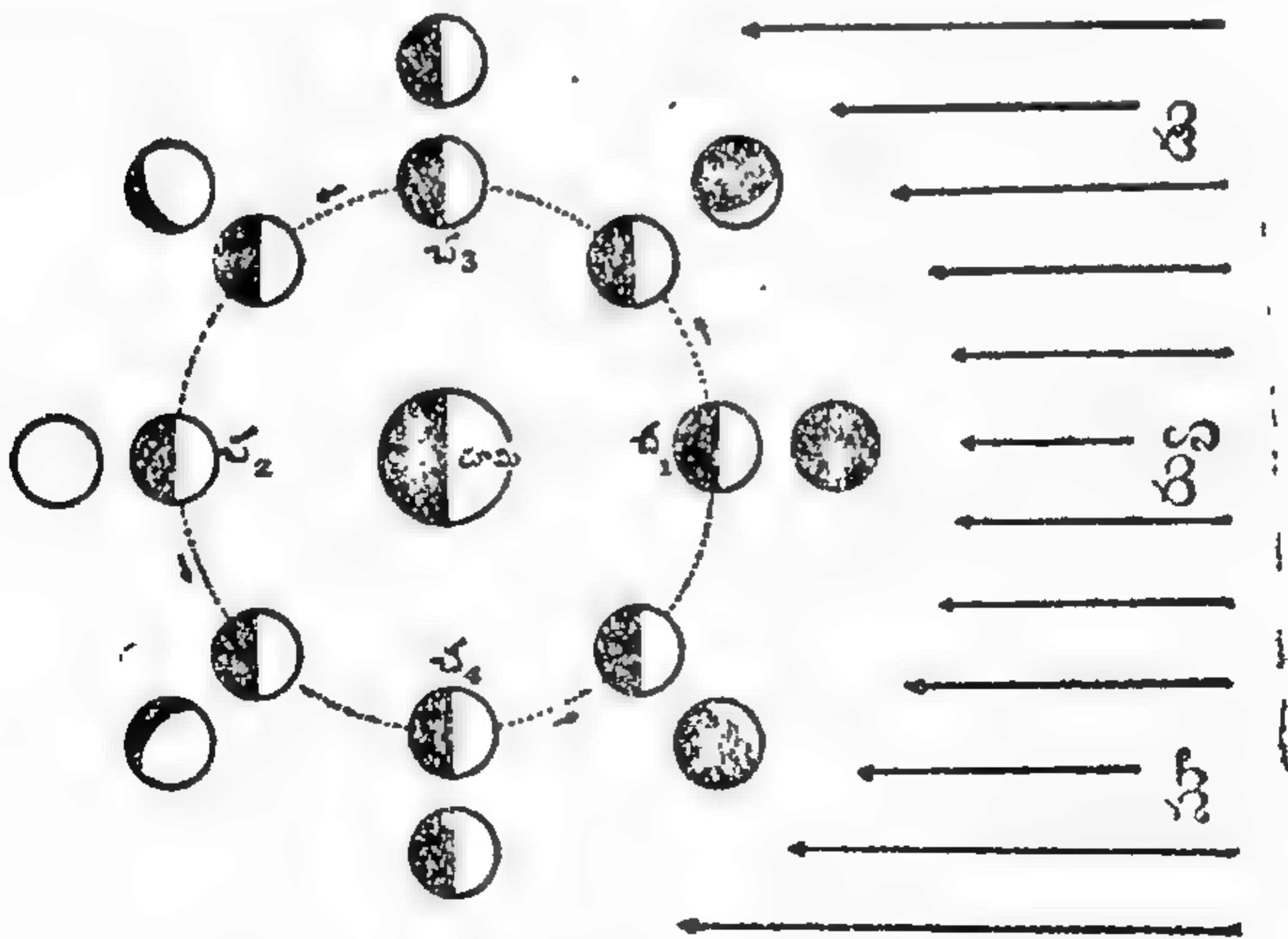


తూర్పునకు జరుగుచుండును. చివరికు పౌర్ణమినినమున చంద్రుడు పూర్వబింబునిమాణముయ్యై సూర్యుడు షడమట దిశయం దక్రమించుచున్న సమయమున సరిగా తూర్పున నుదయించును. అది శ్శుక్లపక్షము. ఆతరువాత కృష్ణపక్షము ప్రారంభమగును. కృష్ణపక్షములో చంద్రబింబములోని దీప్తి మంతమైనభాగము క్రమముగా క్షీణింప, సూర్యుడెత్తమించిన పిమ్మట క్రమముగా నాలస్యముగనే తూర్పున చంద్రోదయము కూడ నగుచుండును. చివర కమావాస్యనాడు సూర్యునితోనే చంద్రుడుదయించును ; ఆదినమున చంద్రబింబము కంటికి కనిపించనే కనిపించదు. ఈవిధముగా చంద్రబింబమందలి కళలు ఇంచుమించు 29½ దినముల వ్యవధిగల ఆవృత్తిలో మారుపును పొందుచుండును. చంద్రుడీవిధముగా కళలను ప్రదర్శించుటకు కారణము భూచంద్రుల భిన్నపరిభ్రమణవేగములవలన భూమినిబట్టి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానములలో మార్పు వచ్చుటయే.

భూమివలెనే చంద్రుడుకూడ స్వయంప్రకాశరహితమైన గోళము. సూర్యకాంతి తనపై పడుటచేతనే చంద్రగోళమును ప్రకాశించుచున్నది. ఇకచంద్రుడు గోళాకారమున నుండుటవలన చంద్రగోళములో సూర్యునివైపు తిరిగియున్న సగముభాగము పైననే యేసమయమందైనను సూర్యకాంతి పడును. భూమి చుట్టు చంద్రుడు పరిభ్రమించుటలో భూమివైపున కెల్లప్పుడు ఒకే అర్ధభాగము తిరిగియుండుటవలనను, భూచంద్రకక్ష్య లొక దానికొకటి పరస్పరము 5° యేటవాలుగ నుండుటవలనను,

మనకు ప్రదర్శితమైన చంద్రుని అర్ధగోళములో సూర్యునిచే దీప్తిమంతమైన భాగముయొక్క విస్తృత మారుచుండును. ఆవిధముగా చంద్రునికి కళ లేర్పడుచున్నది. ఇక భూమిననుసరించి చంద్రు డేస్థానమందున్నపు డేకళలుప్రత్యక్షమగునో పరిశీలింతము.

శుద్ధవిదియ దినమున సూర్యాస్తమయసమయములో ఆకాశములో పశ్చిమభాగమందు దిక్చక్రసమీపమున కనపడిన చంద్రుడు క్రమముగా పౌర్ణమి సమీపించినకొలదియు ఆకాశములో తూర్పుగా జరిగి, సరిగా పౌర్ణమిదినమున సూర్యుడు పశ్చిమమున అస్తమించుచున్న సమయములో తూర్పున ఉదయించుచుండునని తెలిసికొనియుంటిమి. కాబట్టి చంద్రుడు ప్రతి మాసము భూమిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, సూర్యునిస్థానము





ననుసరించి ఆకాశములో ఎల్లప్పుడును తూర్పుదిశగా జరుగుచున్నట్లు గోచరించును. ఇట్లు పరిభ్రమించుటలో  $\chi_1$  - అను స్థానమున చంద్రుడున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రు లొకే నభోరేఖాంశముందున్నపుడు) చంద్రుడు యోగమును పొందెననియును,  $\chi_2$  - దగ్గరనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు  $180^\circ$  తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) షడ్భాంతరము నొందెననియును,  $\chi_3$ ,  $\chi_4$  -లయొద్దనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు  $90^\circ$  తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) పాదస్థమున నుండెననియును పేర్కొందురు.

యోగసమయములో భూసూర్యులకు నడుమగా చంద్రుడుండును. భూమివైపు ప్రదర్శితమైయుండు చంద్రగోళార్ధభాగ మాసమయములో సూర్యకిరణములచే దీప్తిమంతముకాదు. అందుచేత చంద్రు డప్పుడు మనకు కనపడడు. అదే అమావాస్య. చంద్రుడు షడ్భాంతరము నొందినపుడు భూమి వైపుకు తిరిగియుండు చంద్రగోళార్ధభాగము పూర్తిగా సూర్యకిరణములచే ప్రకాశితమైయుండును కాబట్టి ఆనాడు చంద్రుడు నిండుబింబముగా గోచరమగును. అది పూర్ణిమ. సూర్యునిచే దీప్తిమంతమైన చంద్రగోళార్ధభాగమందు మనవైపు ప్రదర్శితమై యున్న అర్ధభాగములో సగమే చంద్రుడు పాదస్థముననున్న సమయమందు యిమిడియుండుటవలన ఆనాడు చంద్రబింబము అర్ధబింబముగా ప్రత్యక్షమగును. అది అష్టమినాటి దృశ్యము. ఇక యోగమునకును పాదస్థమునకును మధ్యకాలములో మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న చంద్రగోళార్ధభాగములో చాల

తక్కువమేరదే. . . సూర్యునిచే కాంతిమంతమైయుండును. చంద్రోపరితలమున న్నట్లునగ్నానుండుటవలన ఆనాడు కాంతిమంతమైయున్న ఆభాగము వంకవలె గోచరమగును. శుద్ధ ద్వితీయ తృతీయలలో అది సామాన్యముగా మనకు కనిపించెడిదృశ్యము. అట్లే మిగిలిన కళలనుకూడ విశదీకరింపవచ్చును. ఈవిధముగా అమావాస్యనాడు కళారహితుడైయున్న చంద్రుడు దినదినాభివృద్ధినిపొంది పౌర్ణమినాటికి షోడశకళాపరిపూర్ణుడై, అంతఃకనుండి దినదినక్షయమొందుచు తిరిగి అమావాస్యనాటికి కళావిహీనుడై యుండును.

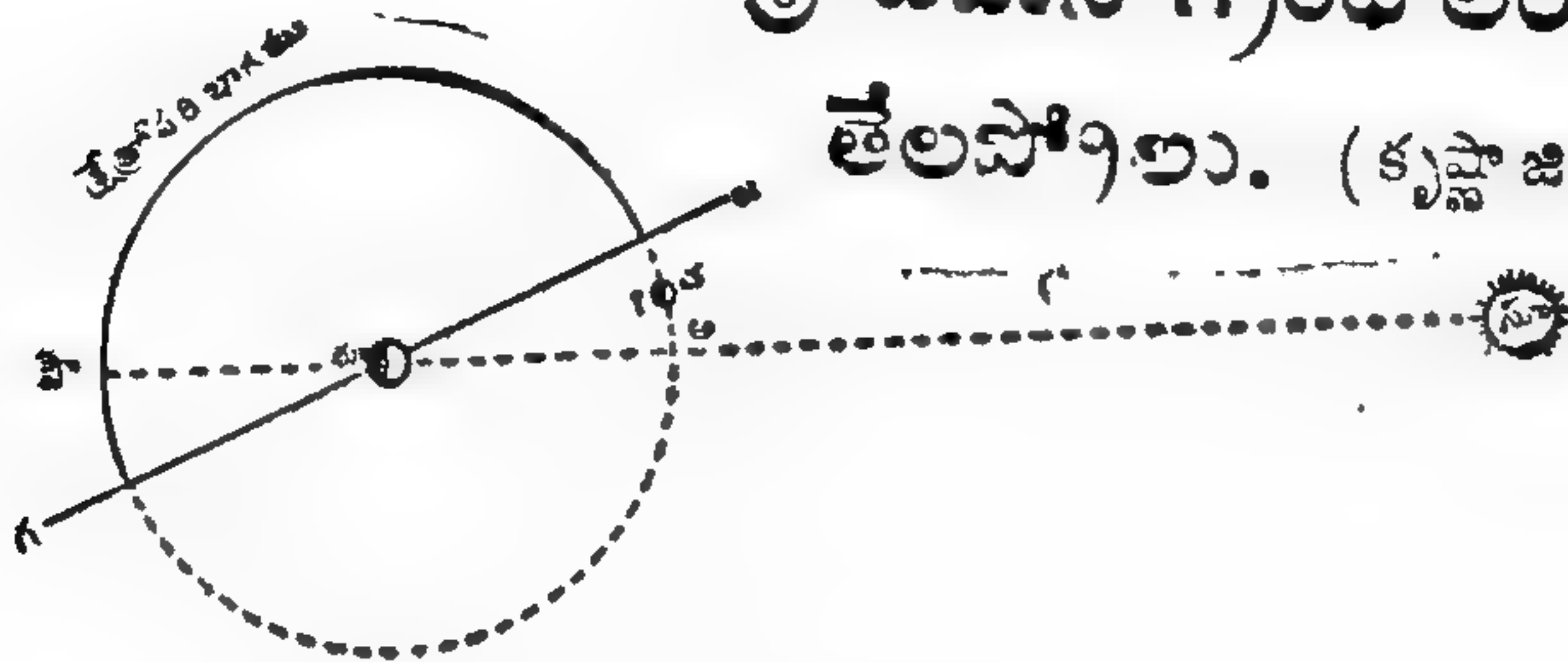
శుద్ధ ద్వితీయ, తృతీయ ప్రాంతములలో చంద్రబింబమందు వంకగానున్న భాగ మెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగుటయేగాక బింబమందలి మిగిలినభాగముకూడ అత్యల్ప దీప్తితో కనపడునని పేర్కొనియుంటిమి. 'నూతనచంద్రుని ఒడిలో ప్రాతచంద్రుడని' ఆదృశ్యమును వర్ణింతురు. భూమితనపైపడిన సూర్యకాంతిలో కొంతభాగమును చంద్రగోళము మీదికి పరావర్తనమొనర్చును. చంద్రుని వెన్నెల భూమిపై పడినట్లు భూరశ్మి చంద్రగోళములో మననైపునకున్న భాగముపైపడి దానిని తక్కువతరహాలో దీప్తిమంతమొనర్చుటవలన సూర్యరశ్మిపడని చంద్రగోళభాగముకూడ కనపడుచున్నది.

చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందినపుడు సూర్యచంద్రులకు నడుమ భూమియుండునుకాబట్టి సూర్యకాంతి చంద్రుని చేరకుండ భూమి అడ్డుతగులదాయని మనకొకసందేహము కలుగవచ్చు. 30 వ చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినయెడల మనసందేహము సులభముగా నివృత్తియగును.



# శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం

తేలపోలు. (కృష్ణా జిల్లా.)



30 వ చిత్రము

సూ - సూర్యుడు

అ - అమావాస్య

భూ - భూమి

పా - పార్శ్వము

చ - చంద్రుడు

గజ - పాతముల తలమును నూచించురేఖ

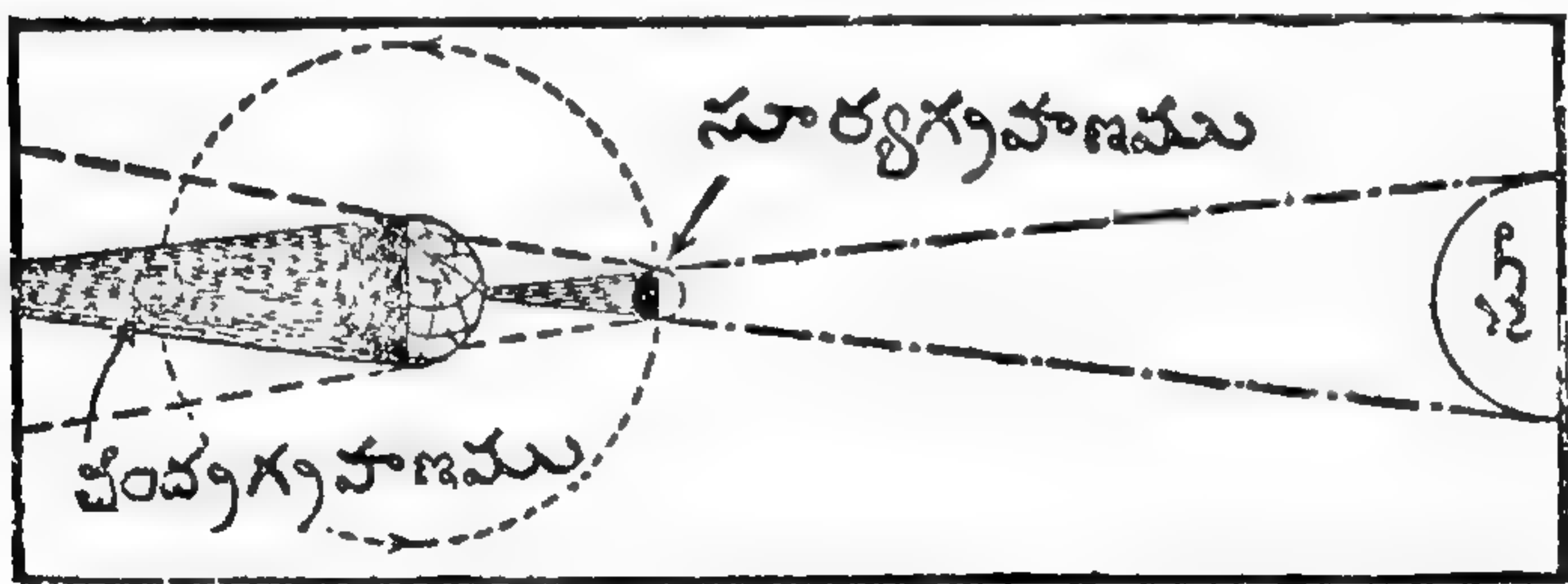
భూచంద్రుల కక్ష్యలతలములు ఏకతలమునలేవుగదా. అవి పరస్పరము ఖండించుకొనుచుండువులకు పాతములనిపేరు. చంద్రుడుతనకక్ష్యలో సంచరించుచు ఉత్తరాభిముఖుడై క్రాంతి వృత్తతలమును దాటునప్పుడు పాతమునకు ఉచ్చపాతమనియును, దక్షిణాభిముఖుడై క్రాంతివృత్తతలమును దాటునప్పుడు పాతము నకు నీచపాతమనియును పేర్లు. ఉచ్చపాతమును రాహునని యును, నీచపాతమును కేతుననియునుకూడ వ్యవహరింతురు. పాతములును భూమియునున్న సమతలమునకు ఊర్ధ్వభాగ మున షడ్భాంతరసమయముతో చంద్రుడుండును ; అందువలన భూమియొక్క ఊర్ధ్వభాగమునుండి సూర్యకాంతి చంద్రగోళ మునుచేరి దానిని దీప్తియుత మొనర్చుచున్నది.

గ్రహణములు

చంద్రుడు కలుగజేయుచున్న యొకవిచిత్రసంఘటన గ్రహణములు. భూసూర్యుల నడిమికి చంద్రుడువచ్చి సూర్య

కాంతి భూమినిచేరకుండ అడ్డుకొనినపుడు భూవాసులకు సూర్యుడు కనపడడుగాన అప్పుడు సూర్యగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఇక భూమినీడద్వారముగా చంద్రుడుపోవుట తటస్థించినపుడు, పరావర్తనకాంతితో ప్రకాశించు నాగోళమునకు తగినంత సూర్యరశ్మి లభ్యముకాకపోవుటవలన చంద్రగ్రహణ మేర్పడుచున్నది. సూర్యగ్రహణ మమావాస్యనాడును, చంద్రగ్రహణము పౌర్ణమిరోజునను కలుగును.

భూమి, చంద్రుడు, సూర్యుడు వరుసగా ఇంచుమించొక సరళ రేఖయందున్నపుడే గదా సూర్యగ్రహణము కలుగుటకు వీలున్నది! చంద్రుడు యోగముపొందుట పాతములవద్ద నున్నపుడు తటస్థించిననే యీనియమము సిద్ధించును. అట్లే చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందుట పాతములవద్దనున్నపుడు సంభవించిననే



31 వ చిత్రము — గ్రహణములు

చంద్రగ్రహణము కలుగును. చంద్రుడు ఉచ్చపాతమువద్ద నున్నపుడు పట్టినగ్రహణములను రాహుగ్రస్తము లనియును, నీచపాతమువద్దనున్నపుడు పట్టినగ్రహణములను కేతుగ్రస్తము లనియును వ్యవహరింతురు.



చంద్రగ్రహణములందును సూర్యగ్రహణములందును కూడ సంపూర్ణగ్రహణములు, అసంపూర్ణగ్రహణములు అని రెండురకములున్నవి. భూమినీడయందు చంద్రగోళము పూర్తిగ మరుగుపడిపోయినపుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఒక్కొక్కపుడు చంద్రగోళమందలి కొంతభాగము మాత్రమే భూచ్ఛాయయందు ప్రవేశించును. అప్పుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము సంభవించును. ఇక సూర్యగోళమును భూవాసుల కగపడకుండ పూర్తిగ చంద్రగోళము మరుగుపరచగలిగినపుడు సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము కలుగును. కాని సూర్యగోళము చంద్రగోళముకంటె చాలపెద్దదిగాన సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము సాధారణముగ కలుగదు. అసంపూర్ణసూర్యగ్రహణమే యెక్కువగా కలుగుచుండును. అసంపూర్ణగ్రహణసమయములో సూర్యునియందేర్పడిన మొట్టి సూర్యబింబమందొక ప్రక్కనుండును. కాని సూర్యగ్రహణములందొక్కొక్కపుడు సూర్యబింబమధ్యభాగమున మొట్టి యేర్పడి సూర్యుడు కంకణరూపమున ప్రత్యక్షమగును. అట్టి గ్రహణమును కంకణసూర్యగ్రహణమని పేర్కొందురు. సూర్యగోళదృశ్యపరిమాణముకంటె చంద్రగోళదృశ్యపరిమాణమాసమయములో కొంత తక్కువగ నుండుటచేత సూర్యగోళమును పూర్తిగా చంద్రగోళము మరుగుపరచలేకపోయినది.

భూచంద్రుల సంచారమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞులు సమగ్రజ్ఞానమాన్వించిరి కాబట్టి భవిష్యత్తునందు గ్రహణము లెప్పుడు జరుగినో, భూతకాలమందని యెప్పుడుపట్టిననో, ఏసమయమందు

దేప్రదేశమున పట్టిన గ్రహణ మేరీతిగనున్నదో మున్నగు ననేక విషయములనుగూర్చి సులువుగా నాదేశించనచ్చును. ఒకసారి కలిగిన గ్రహణమునంటిది 6585.32 దినముల న్యవధిలో మరల మరల కలుగుచుండును.

భౌ తి క ల క్ష ణ ము లు

నట్టికంటితో చంద్రునిచూచినపుడు తెల్లనిబింబముపై కాంతిహీనమైన పెద్దమచ్చ మనకు కనపడును. ఆమచ్చ యాకారము నాధారముచేసికొని 'పొన్న చెట్టునీడను కూర్చుండి ముసలమ్మ యేకులు వడకుచున్నదనియు, జంక మేతమేయుచున్నదనియు' నేమేమోగాథలు చెప్పుదురు. కాని దూరదర్శినితో చంద్రుని యవేక్షించినయెడల ఈగాథలు కేవలము కట్టుకథలని మనకు తెల్లమగును. చంద్రబింబములో నల్లనిమచ్చగా గోచరమగుచున్న భాగము విశాలమైనబయలు. చంద్రగోళతలము నున్నగాలేదు. భూతలమునలెనే అద్దిసైతము మిట్టిపల్లములతో కూడియున్నది. అక్కడకూడ విశాలమైన బయళ్ళు, ఎత్తైన పర్వతములు, లోతైన లోయలు గలవు.

చంద్రుని పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటవలన దూరదర్శినిసాహాయ్యమున చంద్రగోళోపరితల లక్షణములనువినరముగా శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి. భూగోళనైసర్గికస్వరూపముకంటె చంద్రగోళనైసర్గికస్వరూపము వారికి బాగుగా తెలియునన్న నతిశయోక్తికాదు. కాని చంద్రగోళమందలి యొకేఅర్థభాగ మెల్లపుడు భూమివైపు ప్రదర్శితమై యుండుట వలన వారి యనుశీలనములన్నియు నాయర్థభాగమునకే పరిమితమైయున్నవి.



దూరదర్శినితో చూచినపుడు చంద్రగోళమందు విశాలమైన మైదానములు, ఎత్తైనపర్వతములు, విచిత్రమైన గర్తములు గోచరమగును. వీనితో గర్తములు చంద్రగోళతలమునకు ప్రత్యేకమైన నైసర్గిక స్వరూపములు. దూరదర్శిని సాహాయ్యమున రమారమి 30,000 గర్తములను శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. సామాన్యముగా నవి నలయాకారమున నుండును. వీనివ్యాసములు కొన్ని అడుగులు మొదలు కొన్ని మైళ్ళవరకు నుండును. ఇంతవరకు నవేక్షితమైనవానిలో గర్తములెన్నియో గల గర్తముయొక్క వ్యాసము రమారమి 140 మైళ్ళు. ఈ గర్తముల అంచులు వానిచుట్టునున్న ప్రదేశముకంటె రమారమి 10,000 అడుగులు ఎత్తుగ నుండును. ఇక గర్తముల గర్భములు కొన్నింటిలో అప్రక్కనున్న ప్రదేశముకంటె నెత్తుగను, మరి కొన్నింటిలో లోతుగను నుండును. కొన్ని గర్తములనడుమ నెత్తైన పర్వతశిఖరములుండుటకూడ గలదు. ఈ గర్తము లెల్లప్పుడైనా శాస్త్రజ్ఞులింతవరకు సరిగా తెలిసికొనలేకపోయిరి. భూతలమందు అగ్నిపర్వతములముఖము లేరీతిగా నేర్పడుచున్నవో ఆరీతిగనే చంద్రగోళతలమం దీగర్తము లేర్పడినవని కొందరి యభిప్రాయము. కాని కొందరీవాదము నంగీకరించుట లేదు. చంద్రగోళముపై పడినఉల్కలు అతితీవ్రముగా నాతలమును సంఘాతించుటచేత నీగర్తములేర్పడుచున్నవని వారు వచించుచున్నారు. కాని భూమిపై అరిజోనాయందుతప్ప ఉల్లలవలన పెద్దగర్తములు మరియెక్కడ నేర్పడలేదు. అందుచేత భూమికంటె తక్కువ ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలముగా తక్కువ గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగిన చంద్రగోళమందు

ఉల్కలవలన నట్టి పెద్దగర్తము లనేకము లేర్పడుట సాధ్యము కాదని వారియనుమానము.

ఇటీవల జిప్సడ్యప్రభృతివిజ్ఞానులు ఉత్స్ఫుటదుల్కావాదము అనునొక క్రొత్తసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి, చంద్రగోళతలముపైనున్న గర్తములు ఉల్కలవలననే యేర్పడుచున్నవను నభిప్రాయమును బలపరచుచున్నారు. ఈసిద్ధాంతప్రకారము విపరీతవేగముతో సంచరించుచున్న ఉల్కకు అమేయమైన గతిజశక్తియుండును కాబట్టి అకస్మాత్తుగా ఆపుచేయబడినపు డది ఊహితీతమగు నుదేకముతో ఉత్స్ఫుటనము చెందును. ఉల్కయొక్క వేగము సెకనునకు 40 మైళ్ళున్నచో, ఆకస్మికముగా ఆపుచేయబడినపుడది 'డైనమైట్' కంటె 400 రెట్లు ఎక్కువ శక్తితో బ్రద్దలగును. చంద్రగోళముపై నట్టి అధికవేగముగల ఉల్కలు పడుచుండెడివని మనము భావించినచో, వానిపతన ఫలితములగు ఉత్స్ఫుటనమువలన గర్తము లేర్పడినవని రుజువు చేయవచ్చును. కాని యీవాదమునుకూడ పలువురు శాస్త్రజ్ఞులంగీకరించుటలేదు.

గర్తము లెక్కువగా లేనితావులందు చంద్రగోళతలము సువిశాలమైనసమతలముగ గోచరమగును. ఈప్రదేశములను సముద్రములని ఆదిలో వాని నవేక్షించినగెలీలియోవిజ్ఞాని భ్రమపడెను. కాని చంద్రగోళతలమందు జలముండుట కనకాశము లేదుగాన అవి సముద్రములగుట అసంభావ్యమే. గర్తములనుండి పైకెగసివచ్చిన లావా క్రమముగా ఘనీభవించి చదునైన మైదానములుగా నేర్పడిన నేర్పడియుండవచ్చు.



గర్తములున్నప్రదేశములో ఎగుడుదిగుడుగనున్న చంద్రగోళ  
తలము తనపైబడిన సూర్యకాంతిని అన్నిదిశలలోను పరావర్తన  
మొనర్పగలుగుటచే ఆభాగము లెక్కువ దీప్తిమంతములుగా  
గోచరములగుచున్నవి. ఇక చదునుగానున్న మైదానప్రదేశ  
ములు ఏదోయొక దిశగామాత్రమే తమపైబడిన సూర్యకాంతిని  
పరావర్తన మొనర్పగలవు. అవేక్షకు డాదిశలోనుండుట సంభ  
వింపకున్నచో ఆభాగములు కాంతిహీనమైన ప్రదేశములుగా  
నాతని కభివ్యక్తమగును. 'పొన్న చెట్టుక్రిందముసలమ్మ' యున్న  
చంద్రగోళభాగము ఇట్టి విశాలమైన మైదానములలో. నొకటి  
యని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. మేరె నెవ్వారిస్, మేరె ఫోకస్  
డి టాటిస్, మేరె ట్రాన్సిక్విలిటాటిస్, మేరె సెమ్నిటాటిస్  
మున్నగునవి మరికొన్ని మైదానప్రదేశములు.

చంద్రగోళమందు పర్వతపంక్తు లెక్కువగలేవు. ఇక  
నున్నచైనను మిక్కిలి యెత్తైనవిగావు. చంద్రగోళములో ఉత్త  
రాగ్ధగోళమందుకంటె దక్షిణాగ్ధగోళమందున్న పర్వతపంక్తుల  
సంఖ్య హెచ్చు.

# శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం

తేలప్రోలు. (కృష్ణా జిల్లా.)

## గ్రహములు

### అంతర్గ్రహములు

భూసూర్యుల మధ్యప్రదేశమందు తమ నియమితక్ష్య  
లతో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రులను  
అంతర్గ్రహములను పేరుతో న్యవహరింతురని లోగడ పేర్కొని  
యుంటిమి. వీనిలో సూర్యునకు దగ్గరగానున్న గ్రహము  
బుధుడు ; ఆతరువాతిది శుక్రుడు. బుధ శుక్రగ్రహముల నే  
దేశీయులు మొట్టమొదట కనుగొనినారో మనము చెప్పలేము.  
ప్రాచీననాగరకతగల ప్రతిదేశఖగోళవాఙ్మయమందునుకూడ  
వీనిప్రస్తావన యేదో సందర్భమున మనకు వినిపించుచునే  
యుండును. కాని యీగ్రహములనుగూర్చి, అందును ముఖ్య  
ముగా బుధునిగూర్చి మానవుడింతవరకు తెలిసికొన్నది చాల  
తక్కువ. భవిష్యత్తులోకూడ బహుశః ఆతడంతకంటె నెక్కు  
వగా వానినిగూర్చి తెలిసికొనలేడేమో !

బుధగ్రహమునుగూర్చి మానవుడింతవరకు నెక్కువగా  
తెలిసికొనలేకపోవుటకు ముఖ్యకారణము దాని సాపేక్షదీప్తి  
తక్కువగుటయే. దూరముననున్న ఒక వస్తువునుగూర్చి విశేష  
ముగా మనము తెలిసికొనవలెనన్నచో ఆ వస్తువును శాస్త్రీయ  
పరికరసాహాయ్యమున నైనను మనము చూడగలిగియుండవలెను.  
అందులకై ఆవస్తువు స్వయంప్రకాశకమైనను కావలెను ; లేదా  
పరావర్తితకాంతితో నైనను తేజర్చిల్లవలెను. ఈసందర్భములో  
దాని సహజదీప్తికంటె సాపేక్షదీప్తి యెక్కువగా పరిగణనము



నకు వచ్చును. కటికిచీకటిలో ఆముదపుదీపముకూడ చాల ప్రకాశవంతముగనే కనపడును ; కాని 'గేస్ లైట్లు' కాంతిలో నది వెలవెలబోవును. దీనికి కారణము ఆముదపుదీపపుదీప్తి 'గేస్ లైట్' దీప్తికంటె సాపేక్షముగా తక్కువగుటయే.

గ్రహములన్నిటివలెనే బుధగ్రహముకూడ తనపైపడిన సూర్యకాంతివలననే ప్రకాశించుచున్నది. బుధగ్రహము సూర్యునకెక్కువ దగ్గరగ నున్నది కాబట్టి దానిని చేరుకొను సూర్యకాంతి తీక్షణత చాల హెచ్చుగ నుండును. కాని సూర్య కుటుంబములోని యితరగ్రహములకంటె బుధగ్రహతలమునకు సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనరించు సామర్థ్యము మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత '0' పరిమాణముగల నక్షత్రదీప్తినుండి 1.2 పరిమాణము గల నక్షత్రదీప్తివరకును దానిదీప్తి మారు చుండునుగాని అంతకుమించి యెన్నడును నుండదు. అనగా బుధగ్రహము నీచస్థితియందున్నపుడు వేగా నక్షత్రముకంటె కొంచెమెక్కువ ప్రకాశవంతముగాను, ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు పోలకునక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితోను ఆకాశమున తేజరిల్లు చుండును. అర్ధరాత్రి సమయమందైనచో ప్రకాశవంతమైన మూర్తిగా ప్రత్యక్షమగుట కీదీప్తి బుధగ్రహమునకు చాలును. కాని బుధగ్రహ మెన్నడును సూర్యునకు 28 అంశలకంటె నెక్కువదూరమున ఆకాశమందగపడదు. అందుచేత సూర్యుడు లేనిసమయములో సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపుగాని, సూర్యాస్తమయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపు గాని మాత్రమే ఆకాశములో నది గోచరమగుచుండును. ఆకాశములో సూర్యుడు లేకపోయినను సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొంతసేపును,

సూర్యాస్తమయాత్పరమందు కొంతతడవును దిబ్బండలప్రాంతమున సంజవెలుగుండును. ఈ వెలుగుతో బుధగ్రహముండుట చేత దానిసాపేక్షదీప్తి తక్కువగనుండును. అందువలన దాని నాసమయమున నవేక్షించుట కష్టసాధ్యమగుచున్నది. ఇక దివాసమయమందన్నచో సూర్యునికాంతితో నది పూర్తిగా మరుగుపడియుండునుగాన అప్పుడది కనిపించనే కనిపించదు.

వట్టికంటితో చూచి సామాన్యలెవరును బుధగ్రహమును కనుగొనలేరు ; కాని గగనావేక్షణయం దారితేరినవారు మాత్రము వట్టికంటితోనే సులువుగా దానిని గుర్తింపగలరు. వట్టికంటికి గుండ్రనిబింబమువలె బుధగ్రహము గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో కొన్ని దినములు వరుసగా దాని నవేక్షించి నట్లయిన చంద్రునివలె అదికూడ కళలను ప్రదర్శించుటను మనము కాంచవచ్చును. భూవాసులకు అంతర్గ్రహములైన బుధ శుక్ర లిద్దరును కళలను ప్రదర్శింతురు. చంద్రునికి కళ లే హేతువుచేత నేర్పడుచున్నచో ఈగ్రహములకుకూడ నదేకారణమువలన కళలు సంభవించుచున్నవి.

వట్టికంటితో చూచినపుడు చంద్రుని కళలవలె బుధ శుక్రల కళలు స్ఫుటముగా కనిపించవు. మనదృష్టిని పెంపొందించు సాధనము లున్నచో వానిసాహాయ్యమున అంతర్గ్రహముల కళలను పరిశీలింపవచ్చునని కోపర్నికస్విజ్ఞాని వచించెను. ఆతరువాత దూరదర్శినిని నిర్మించి శుక్రుని కళలను మొట్టమొదటిసారిగా గెలీలియో మహావిజ్ఞాని అవేక్షించెను. కాని ఆయన దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్య మంత యెక్కువకాక



నోచటనలన బుధుని కళ లాయనకు కానరాలేదు. ఆయన  
యనంతరము చాలకాలమునకు దూరదర్శినీపరికరమును బాగుగా  
పెంపొందించుకొని బుధునికళలనుకూడ శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షింప  
గలిగిరి.

చంద్రునివలెనే బుధ శుక్రగ్రహములుకూడ కళలను  
ప్రదర్శించుచున్నను, కళలనలన నీగ్రహములదీప్తిలో హెచ్చు  
వ్యత్యాసము కానరాదు. పౌర్ణమినాటిచంద్రుడు నిండు  
చంద్రుడు. అష్టదాయనదీప్తి అత్యధికము. ఇక శుద్ధచతుర్థి  
మున్నగు దినములలో చంద్రుడు నెలవంకగా గోచరించును.  
నెలవంకగానున్న సమయములో చంద్రునిదీప్తి చాలతక్కువ.  
కాని బుధశుక్రగ్రహములుమాత్రము నిండుగా నున్నప్పటికంటె  
నెలవంకగానున్నపుడే యెక్కువ దీప్తిమంతములై యుండును.  
నిండుగానున్న సమయములందుకంటె నెలవంకగానున్న సమయ  
ములలో నాగ్రహములు భూమికి మిక్కిలి చేరువగుండుటయే  
అందుకు కారణము. శుక్రుడు నిండుగానున్నప్పటి భూశుక్రల  
నడిమిదూరముకంటె నెలవంకగానున్నప్పటి యాదూరము  
ఆరింతలు తక్కువగా నుండును. అందుచేత నిండుగానున్న  
సమయములో కొంచెము చిన్నదిగను, తక్కువదీప్తిమంతము  
గను, నెలవంకగానున్న సమయములో పెద్దదిగను, తేజో  
వంతముగను శుక్రగ్రహముండును. చంద్రవంక శుద్ధచతుర్థి  
నాడేయాకారమున నుండునో ఆయాకారమును శుక్రబింబము  
పొందినపుడు శుక్రునిదీప్తి గరిష్ఠమై యుండును. భూసూర్యు  
లను కలుపునట్టిరేఖను శుక్రగ్రహ మేసమయమున దాటునో

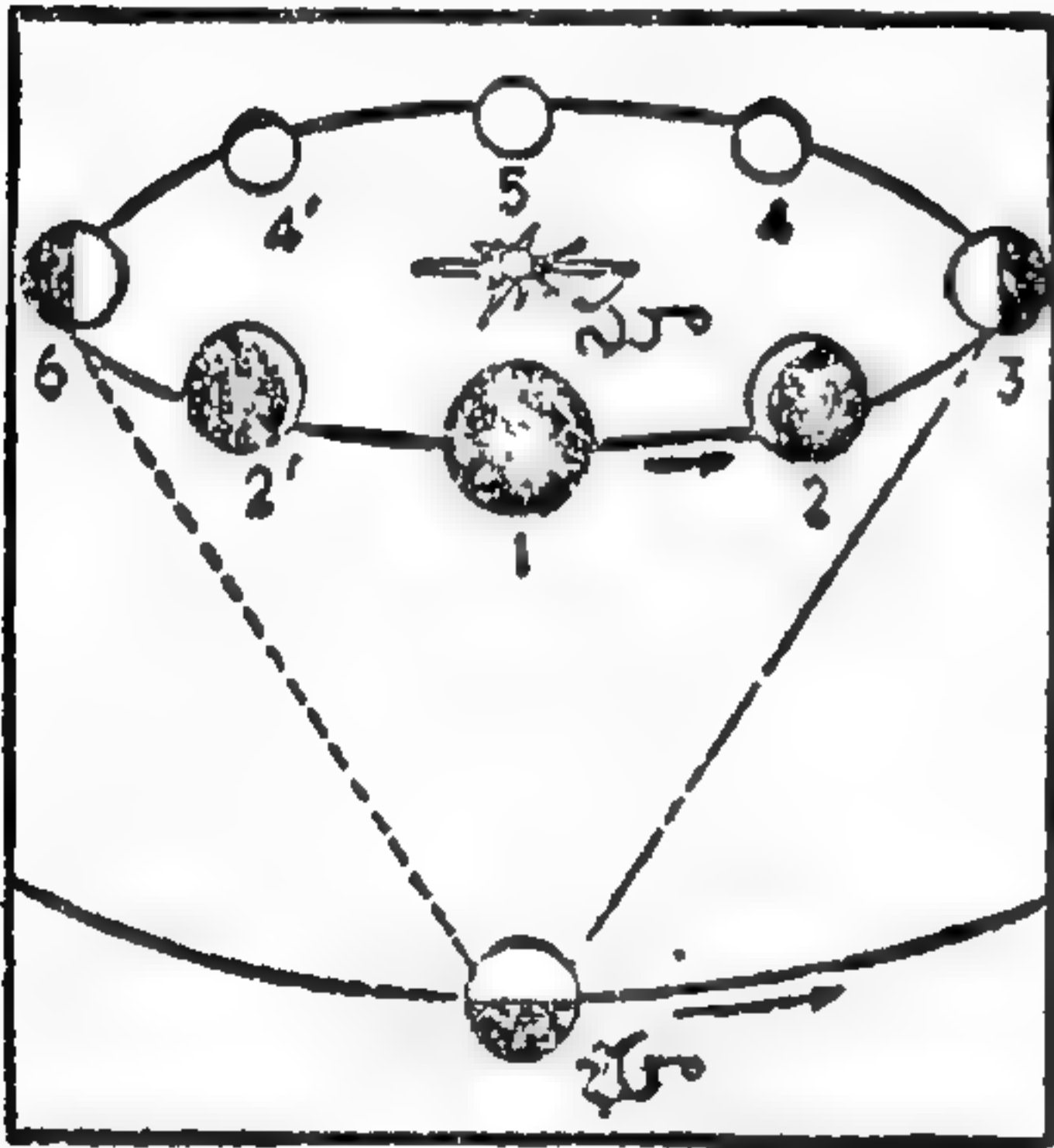
ఆసమయమునకు 36 దినములు ముందు వెనుకను శుక్రగ్రహ మట్టియాకారమును పొందుగాన అప్పుడే దానిదీప్తి గన్పిస్తమె యుండును. ఆసమయమునుండి భూసూర్యులను కలుపునట్టి రేఖను శుక్రగ్రహము సమీపించినకొలదియు భూశుక్రల నడిమిదూరము క్షీణింప, శుక్రగ్రహపు నెలవంకపొడువు అధిక మగును గాని దానివెడల్పు క్రమముగా క్షీణించుటవలన శుక్ర గ్రహదీప్తి తగ్గును.

సూర్యచంద్రులుగాక మిగిలిన నభోమూర్తులందెల్ల నెక్కువ దీప్తిమంతముగా భూవాసులకు గోచరమగునని శుక్ర గ్రహమే. అదంత యెక్కువదీప్తిమంతముగా కనపడుటకు ముఖ్యకారణము భూమికేని, సూర్యునకునుకూడ అది మిక్కిలి చేరునగనుండుట ; పైగా దానినిచేరిన సూర్యకాంతిలో నూటికి 57 పాళ్ళ నది పరావర్తన మొనర్చుచున్నది. బుధగ్రహము తననుచేరినసూర్యకాంతిలో నూటికి 7 పాళ్ళను మాత్రమే పరా వర్తన మొనర్పగలను.

అంతర్గ్రహములైన బుధశుక్రులు రెండునుకూడ తైల్లి వారుజామునగాని సూర్యాస్తమయమైన వెంటనేగాని గోచర మగును. అర్ధరాత్రిసమయమున నెన్నడును నవి ప్రత్యక్షము గావు. సూర్యునినుండి బుధగ్రహము 28 అంశలకంటె నెక్కువ దూరమునను, శుక్రగ్రహము 48 అంశలకంటె నెక్కువదూరము నను ఎన్నడును ఉండవు. కాబట్టి సామాన్యముగా బుధ గ్రహముకంటె శుక్రగ్రహము రాత్రిసమయమం దాకాశములో కనిపించుకాలము కొంచెమెక్కువగనుండును. బుధశుక్రగ్రహ



ములను జ్యోతిషాదిజామున కనపడినయెడల వేగుచుక్కల మును, దీనిములు పెట్టినతిహాత సైత్యక్షమైనయెడల సంధ్యాతారలని యును పేర్కొందురు. ఈగ్రహము వీరీతిగా కొన్నిదినములు సంధ్యాతారలుగను, మరికొన్నిదినములు వేగుచుక్కలుగను కన పడుటకు కారణము భూమిపై వానిస్థానములలో నెచ్చు మా ర్చే. భూవేగముకంటె నీగ్రహములవేగము లధికములుగుట వలన నీమార్పు సంభవించుచున్నది. 32 వ చిత్రములో లోపలి



32 వ చిత్రము

అంతర్గ్రహకళలు.

1- అంతరయోగము. రాత్రికాల ములో గ్రహము కనిపించదు.

2, 2'- గరిష్ఠదీప్తి. నెలవంకి వలె నుండును.

3- గ్రేటెస్టు టెస్టరన్ ఈలాం గేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

5- బాహ్యయోగము. నిండు బింబము.

6- గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాం గేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

దీర్ఘవృత్తము అంతర్గ్రహకక్ష్యను, నెలుపలి దీర్ఘవృత్తము భూకక్ష్యను సూచించుచున్నవనుకొందము. భూసూర్యులును అంతర్గ్రహమును ఏకదిశయందుండి, భూసూర్యులకు నడుమగా అంతర్గ్రహమున్నపుడు ఆఅంతర్గ్రహము అంతరయోగమును పొందియున్నదందుకుగదా. అంతరయోగసమయములో అంత ర్గ్రహసూర్యులు ఒకేనభోరేఖాంశయందుండుటచేత అంతర్గ్ర హము సూర్యుతో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమిం

చును. అందువలన నది యస్తమించియుండును. చిత్రములో  
 1- అనునది అంతర్గ్రహముయొక్క అంతరయోగస్థానమును  
 సూచించును. అంతర్గ్రహ, భూముల భిన్నపరిభ్రమణవేగముల  
 వలన అంతరయోగము తరువాత అంతర్గ్రహ, సూర్యుల నభో  
 రేఖాంశలు మారును. కాబట్టి అంతర్గ్రహము సూర్యునికంటె  
 తరువాత నుదయించి, సూర్యునికంటె తరువాత నస్తమించుట  
 చేత సూర్యాస్తమయమైన వెంటనే ఆకాశములో పశ్చిమభాగ  
 మున సంధ్యాతారగా గోచరమగును. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్య  
 యందు చరించునపుడు అంతర్గ్రహస్థానమును భూస్థానముతో  
 కలుపురేఖ ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనచో నట్టిస్థితి  
 యందు అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాంశల యంతర మత్య  
 థికమై అంతర్గ్రహము సూర్యునినుండి గరిష్ఠదూరములో ఆకాశ  
 మున కనపడును. చిత్రములో 3, 6- అనునవి అంతర్గ్రహము  
 యొక్క అట్టిస్థానములను సూచించును. చిత్రములో 3-  
 నందువలె అంతర్గ్రహము సూర్యునకు పశ్చిమమున గరిష్ఠదూర  
 ములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను  
 పొందినదనియును, చిత్రములో 6- నందువలె సూర్యునకు  
 తూర్పున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్  
 ఈలాంగేషన్' ను పొందినదనియును పేర్కొందురు. 'గ్రేటెస్టు  
 వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్' తరువాత అంతర్గ్రహము మహాయోగ  
 స్థితిని సమీపించినకొలదియు అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాం  
 శల యంతరము క్షీణింప, అంతర్గ్రహము తిరిగి సూర్యునకు  
 క్రమముగా దగ్గరగా వచ్చును. మహాయోగమునకు వీడ్ముట



తిరిగి అంతర్గ్రహసూర్యుల సభోద్దేశాంశల యంతరము పెంపొందగా, అంతర్గ్రహము సూర్యుకంటె ముందుగనే యుదయించి, తెల్లవాడుజామున వేగుచుక్కగా ఆకాశములో తూర్పుభాగమున ప్రత్యక్షమగును.

చంద్రునివలెనే అంతర్గ్రహములకూడ సూర్యగ్రహణములను కలుగజేయును. కాని అంతర్గ్రహములు కలుగజేయు సూర్యగ్రహణములను గ్రహణములను పేరుతో వ్యవహరింపదు. గ్రహక్రాంతులను ప్రత్యేకనామముతో వాని పేర్కొందురు.

ప్రతి అంతరయోగసమయమందును అంతర్గ్రహము భూసూర్యులనడుమకు వచ్చునుకదా ! క్రాంతివృత్తతలమును, అంతర్గ్రహకక్ష్యాతలమును ఏకతలమునలేవు ; అవి ఒకదాని కొకటి కొంచెము ఏటవాలుగనున్నవి. ఆకాశములో ఈరెండు తలములు ఖండించుకొనునట్టి బిందువులను పాతములని పేర్కొందురు. న్యూనయోగసమయమున నేదైన నొక పాతబిందువు నొడ్డగాని, దానికి సమీపమునగాని అంతర్గ్రహముండుట సంభవించినయెడల, క్రాంతివృత్తతలములో ఆ అంతర్గ్రహముండును. ఆసమయములో సూర్యుడు, అంతర్గ్రహము, భూమి యనుకూడ ఏకదిశలో నుండునుగాన సూర్యునకడ్డముగా అంతర్గ్రహముండును ; అంతర్గ్రహముయొక్క దృశ్యవ్యాసము సూర్య బింబదృశ్య వ్యాసమంత యుండినయెడల భూవాసులకు కనపడకుండ సూర్యునితో నాచుంతర్గ్రహమప్పుడు మరుగుబరచగలిగి యుండెడిది. కాని అంతర్గ్రహదృశ్యవ్యాసము చాలతక్కువ. అందుచే నాసమయమందది కాంతిమంతమైన సూర్యునిబింబ

ముపై ప్రయాణమును సాగించుచున్న నల్లని మచ్చవలె భూవాసులకు గోచరమగును. ఈసంఘటననే గ్రహక్రాంతియని పేర్కొందురు.

భూ, బుధగ్రహకక్ష్యాతలములు పరస్పరము ఖండించుకొను బిందువులను కలుపునట్టి రేఖను మే 7, నవంబరు 9 తేదీల ప్రాంతములోనే భూమిదాటునుకాబట్టి ఆసమయములలోనేగాని బుధగ్రహక్రాంతులు సంభవించవు. ఇక పాతబిందువులప్రాంతమునకు భూ, బుధగ్రహములువచ్చుట మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో ఎక్కువగా సంభవించును. అందుచేత మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో సంభవించునట్టి బుధగ్రహక్రాంతులు ఎక్కువగనుండును. ఇటీవల 1940 సంవత్సరము నవంబరు 11, 1953 వ సంవత్సరము నవంబరు 14 తేదీలలో బుధగ్రహక్రాంతులు సంభవించినవి. 1957 వ సంవత్సరము మే 6 వ తేదీని, 1960 వ సంవత్సరము నవంబరు 7 వ తేదీని బుధగ్రహక్రాంతులు సన్నిహితభావికాలములో సంభవించునున్నవి.

శుక్రగ్రహక్రాంతులు జూన్ 7, డిశంబరు 9 తేదీల ప్రాంతములో సంభవించును. కాని శుక్రగ్రహ అంతరయోగము లెక్కువ తరచుగా కలుగవు కాబట్టి బుధగ్రహక్రాంతులంత తరచుగా శుక్రగ్రహక్రాంతు లేర్పడవు. ప్రస్తుతము శుక్రగ్రహక్రాంతులు 8 సంవత్సరములు అంతరముగల జంటలుగా కలుగుచున్నవి. అట్టిజంట యొకటి 1874, 1882 సంవత్సరములలో సంభవించినది. తరువాతిజంట 2004 వ సంవత్సరము జూన్ 8 వ తేదీని, 2012 వ సంవత్సరము జూన్ 6 వ తేదీని కలుగనైయున్నది.



క్రాంతిసమయమునో అంతస్సహమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించుటవలన దానినిగూర్చి కొంత విశేషసమాచారమును మనమార్జింపవచ్చును. క్రాంతిసమయమందు సూర్యబింబముపై బుధుడు నల్లని మచ్చవలెనేగాక గుండ్రబింబముగాకూడ గోచరించుటచే బుధగ్రహము గోళాకారమున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధారించినారు. మరియు ఆనల్లనిబింబము తీర్చిదిద్దినట్లుండుటచే బుధగ్రహము చుట్టను వాతావరణము లేదను నిశ్చయమునకుకూడ వారు వచ్చిరి. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటకుగల కారణము నరయుట కష్టము కాదు. బుధగ్రహము చాలచిన్నది. దానివ్యాసము 3,100 మైళ్ళు మాత్రమే. చంద్రునివ్యాసముకంటె 10 రెట్టింపు. అందుచేత దాని ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలమున దాని గురుత్వాకర్షణబలమును చాల తక్కువయనుటకు సందేహము లేదు. ఇక బుధగ్రహతలముపై తాపక్రమము మిక్కిలియెక్కువ కాబట్టి అక్కడ వాయువు లున్నయెడల వానిలోని అణువులు అధికచైతన్యవంతములై, మనవాతావరణములోని గాలుల కంటెనుకూడ అధికవేగముతో అటునిటు సంచరించుచుండును. కాని బుధగ్రహము అమితవేగముతో సంచరించుచున్న ఆగాలియణువులను తనఅల్పఆకర్షణబలమువలన తన్నువిడిచి పైకి పోకుండ పట్టియుంచలేదు. అందుచేత ఆగాలియణువులు బుధగోళమును వదిలి పైకెగిరిపోయినవి. కాబట్టి బుధగ్రహము చుట్టను వాతావరణము లేకపోయినది.

శుక్రగోళమును పరివేష్టించిమాత్రము సాంద్రమైన వాతావరణము గలదు. మిక్కిలి అనికీకరణసామర్థ్యముగల

దూరదర్శినితోకూడ శుక్రగ్రహతలమును పరికించుట సాధ్యము కాకపోవుటచేత శుక్రగ్రహమునుచుట్టియున్న వాతావరణము చాల దట్టముగ నైనను ఉండవలెననియును, లేదా శుక్రగ్రహ వాతావరణములో మిక్కిలి దళమైన మేఘములైనను ఉండవలెననియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. వర్ణమాతా మాపకసాహాయ్యముతో శుక్రగ్రహవాతావరణరచననుగూర్చి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు గావించిన పరిశోధనములవలన అక్కడ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ విరివిగానున్నదని విదితమైనది ; స్వేచ్ఛా స్థితిలోనున్న ఆక్సిజన్ గాని, నీటియావిరిగాని అక్కడలేవు. అందుచేత భూతలమందున్న జీనరాశివంటిది శుక్రగ్రహగోళ మందుండుట కనకాశములేదు.

శుక్రగ్రహమునుచుట్టియున్న వాతావరణము దట్టముగా నుండుటవలన ఆగోళముపై స్థిరముగానున్నమచ్చ లేమియు మనకు ఆనుటలేదు. అందువలన శుక్రగ్రహము తనలో తాను తిరుగుచున్నదో లేదో నిర్ణయించుట శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యమగుటలేదు. శుక్రుడు సూర్యునిచుట్టును తిరుగుట కెంతకాలము పట్టునో తనలోతాను తిరుగుటకుకూడ అంతేకాలముపట్టునని యిటీవలివరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. శుక్రుడు సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటకు 225 దినములు పట్టును. శుక్రుని భ్రమణ పరిభ్రమణకాలములు సమానమగుటయే వాస్తవమైనదో శుక్రగ్రహగోళమందలి ఒకే యధభాగమెల్లప్పుడు సూర్యునికి ప్రదర్శితమై సదా దీప్తిమంతముగను, రెండవఅర్ధభాగము సూర్యునకు మరుగుననుండి యెల్లప్పుడు తమోపరివృత



మయ్యను ఉండుననుట నిశ్చయము. అట్టియెడల దీప్తిమంత  
నైనభాగపు తాపక్రమమధికముగను, తమోభాగపు తాప  
క్రమము మిక్కిలితక్కువగను నుండియుండును. కాని ప్రత్యక్షా  
వేక్షణలనలన చీకటిగనున్నట్లు భావింపబడుచున్న అర్థభాగము  
నుండికూడ హెచ్చుఉష్ణము ప్రసారితమగుచున్నట్లు వినిత  
మగుటచే ఆభాగమెల్లప్పుడు కటికిచీకటికాలవాలనైయున్నదని  
భావించుట సత్యముకాదు. కాబట్టి శుక్రగ్రహ మాత్మప్రదక్షి  
ణముచేయుచు తనగోళమందలి ప్రతిభాగమును ఏదోయొక  
సమయమునో సూర్యునకు ప్రదర్శించుచునేయుండనలెను. ఇక  
వర్ణమాలామాపకపరికోధనలవలన శుక్రగ్రహభ్రమణవేగము  
భూభ్రమణవేగముకంటె చాలతక్కువయని స్పష్టమైనది. అందు  
చేత శుక్రగ్రహభ్రమణకాలము రమారమి ఒక నెలయైయుండు  
నని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

బుధగ్రహభ్రమణకాలమునుకూడ నిర్ణయించుట చాల  
కష్టమే. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేక  
పోయినను, దానితలము సమానదీప్తితో వెలుగొందుటనలన  
మచ్చలేమియు దానియందు గోచరముకాకపోవటచేత దాని  
భ్రమణకాలమును ప్రత్యక్షముగా నవేక్షించుటకు సాధ్యము  
కాకున్నది. ఏంటోనియాడి, టాంబాన్ ప్రభృతి విజ్ఞానవర్ణావళి  
లతికష్టముమీద కొన్నిగుర్తుల నక్కడ కనుగొని వా సాహాయ్య  
మున బుధగ్రహభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములని  
యును, తనగోళమునో ఒకే అర్థభాగము నెల్లప్పుడు సూర్యునికి  
ప్రదర్శించి యది పరిభ్రమించుచున్నదనియును నిర్ణయించినారు.

## భూ మి

సూర్యకుటుంబములో శుక్రనితకువారత సూర్యనకుచేరు వగానున్న గ్రహము భూమి. సూర్యనకు 9,30,05,000 మైళ్ళ దూరములోనది యున్నది. ఒక శుక్రలవలె భూమి యేకాకిగ సూర్యనిచుట్టును తిరుగుటలేదు. తనచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న చంద్రునితో కలిసి అది సూర్యనిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. భూచంద్రులనుగూర్చి వెనుకటి ప్రకరణము లలో చర్చించియుంటిమి.

## కు జు డు

ఎఱ్ఱనికాంతిలో ప్రకాశించుచు క్రాంతివృత్తమండలమందగపడు దీప్తిమంతమైన సభోమూర్తియే కుజుడు. భూమికొక నైపున శుక్రుడును, వేరొకనైపున కుజుడును కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యనిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నాడు. కుజసూర్యుల సరాసరినడిమిదూరము 14,20,00,000 మైళ్ళు.

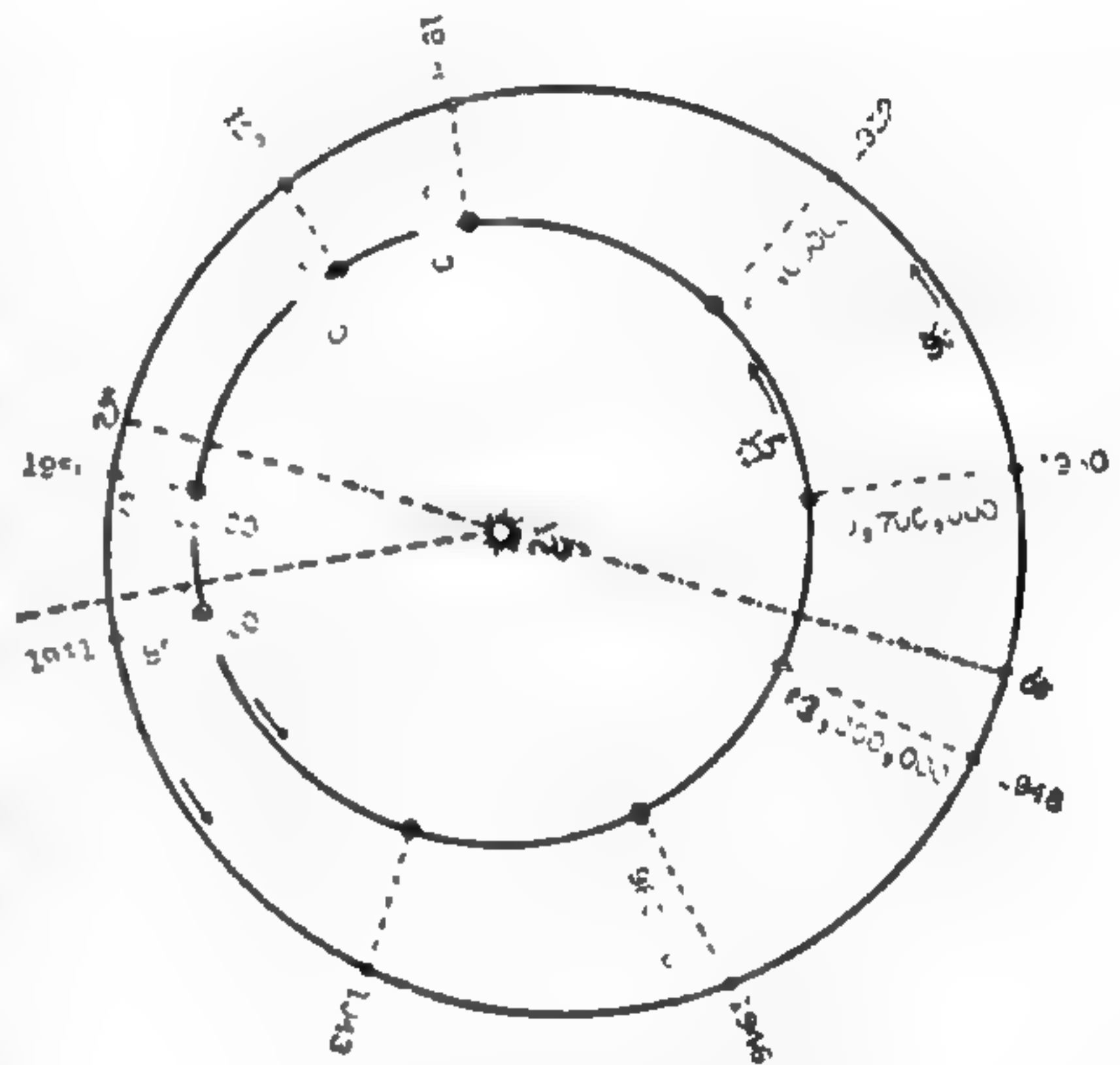
కుజగ్రహకక్ష్య భూకక్ష్యకు వెలుపలనున్నదిగాన కుజుడు బాహ్యగ్రహము. బాహ్యగ్రహముల ననుశీలించుటకు తగినసమయము అవి షడ్భాంతరమందున్నపుడే. బాహ్యగ్రహము, భూమి, సూర్యుడు వరుసక్రమములో నొకదిశయందున్నపుడు ఆబాహ్యగ్రహము షడ్భాంతరమును పొందినదందు రని లోగడ తెలిసికొనియుంటిమి. షడ్భాంతరసమయములో భూబాహ్యగ్రహముల నడిమిదూరము సాధారణముగా కనిష్ఠ పరిమాణమును పొందును కాబట్టి వానినవేక్షించుటకది తగిన సమయము. కుజగ్రహకక్ష్య యొక్క వికేంద్రతను (0.09)



చెందియున్నది. అందుచేత షడ్భాంతరసమయములలో భూ కుజుల నడిమిదూరములు భూకుజుల సాపేక్షస్థానములనుబట్టి మాగుచుండును. కుజులు ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు షడ్భాంతరముసంభవించినట్లయిన భూకుజులనడిమిదూరము 6,00,00,000

మైళ్ళకు మించియును, నీచస్థితియందున్నపుడు సంభవించినట్లయిన భూకుజుల నడిమి దూరము 3,50,00,000 మైళ్ళకు లోపునను ఉండును.

కాబట్టి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినచో అప్పుడా గ్రహము నవేక్షించుటకు మిక్కిలి అనువుగనుండును. 1956 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు నెలలో అట్టి



33 వ చిత్రము

ఉచ్చస్థాన సమీపమందున్నప్పుడుకంటె నీచస్థాన సమీపమందున్నప్పుడు సంభవించిన షడ్భాంతరసమయములలో కుజుడుభూవికి ఎక్కువదేరువగా నుండును.

తరుణము మరల నాసన్నము కానున్నది. సాధారణముగా 15, 17 సంవత్సరములకొకసారి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలుగుచుండును.

నీచస్థితియందున్న సమయములో కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినట్లయిన ఒక్క శుక్రుడుతప్ప మిగిలిన గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ హెచ్చుదీప్తితో నది తేజరిల్లును.

సుమారు 75 రెల్లు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో కుజగ్రహము నాసమయమందవేక్షించినయెడల చంద్రబింబమంత పరిమాణముగల బింబముగా నది గోచరించును.

కుజగ్రహమునుగూర్చి జరిగినంత సమగ్రమైన అవేక్షణలు మరియేయితర గ్రహమునుగూర్చియు జరుగలేదు. కుజుడు భూమికి కొంతచేరువగనుండుటయు, కుజవాతావరణము పారదర్శకమై యుండుటయు నందులకు ముఖ్యకారణములు. దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు కుజగ్రహము చాలమనోహరముగ నుండును. దాని ఉపరితలవైశాల్యముతో రమారమి అయిదింట మూడుపాళ్లు సమానదీప్తిగల నారంగవర్ణముతో ప్రకాశించుచు నయనానందకరముగ నుండునట! కుజుడు రక్తవర్ణముతో నాకాశమున ప్రకాశించుటకు కారణము ఆగ్రహోపరితలములో హెచ్చుభాగ మీరీతిని నారంగవర్ణపు కాంతితో ప్రకాశించుటయే. కుజగ్రహధ్రువములయొద్ద, ఒకప్పు డుత్తరధ్రువమునొద్దను, వేరొకప్పుడు దక్షిణధ్రువమునొద్దను పర్యాయముగా తెల్లనిటోపీలవంటి మండలములు గోచరమగును. ఈమండలములు ఆచుర్ధగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమైననాటి నుండియు క్రమముగా విస్తరించి, వేసవికాలమారంభమై, యెండలు ముదిరినకొలదియు నెమ్మదిగా క్షీణించిపోవును. ఒకానొక సమయమందు కుజగ్రహ దక్షిణార్ధగోళములో ధ్రువ ప్రాంతమందేర్పడిన యిట్టితెల్లని మండలముయొక్కవ్యాసము రమారమి 3,700 మైళ్ళవరకును పెరిగినదట! ఈ తెల్లని మండలములు మంచుచే నేర్పడుచున్నవనియు, నామండల



మంచున్న మంచు వేసవికాలములో నెండలకు కరిగి శీతకాలములో చలికి తిరిగి పేరుకొనుచున్నదనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు.

తెల్లని మండలములు మాత్రమేగాక వేర్వేరు ఛాయలను, ఆకారములను, పరిమాణములను కలిగియున్న కాంతిహీనమైన నిష్పైన మచ్చలుకూడ కుజగోళతలముపై గోచరమగుచుండును. నిశితపరిశీలనవలన నీమచ్చల పరిమాణములోను, ఛాయలోను అప్పుడప్పుడు స్వల్పమైనమాపులు కలుగుచున్నట్లు వ్యక్తమగును. కాని సామాన్యముగా నివి స్థిరముగనే యుండును. ఈమచ్చలున్న భాగములు జలాశయములనియును, నారంగవర్ణములోనున్న భాగమంతయు ఎడారియనియు నొకానొకప్పుడు శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. తదనుగుణముగా వానికి పేరులనుగూడ వారేర్పరచిరి.

ఇటీవల మహాధిక్రీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతో కుజగ్రహచ్ఛాయాచిత్రములను శాస్త్రజ్ఞులు తీసినారు. ఆ ఛాయాచిత్రములవలన కుజగ్రహమందలి ఋతువులనుబట్టి దానితలమందలి మచ్చలఛాయలలోను, ఒక్కొక్కప్పుడు వానిపరిమాణములోనుకూడ మాపులు వచ్చుచున్నవని విశదమైనది. వేసవికాలమారంభమై ధ్రువముచుట్టునున్న తెల్లనిమండలము సంకోచమును పొందుటతో నాభాగము కాంతిహీనమైన మండలముగా మారును. ఆతరువాత మరికొంత కాలమునకా కాంతిహీనమండలము ఆకుపచ్చవర్ణమును పొంది, అనేకచ్ఛాయలతో నొప్పుచు దూరదర్శినితో చూచినపుడు

కనుల కానందమును చేకూర్చును. ఇక నాచుర్ధిగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమగుటతో ఆ ఆకుపచ్చవర్ణము క్రమముగా నదృశ్యమై, ఆభాగములో కొంతమేర నారంగవర్ణమును, ధ్రువముదగ్గరభాగము తెల్లనిరంగును పొందును. ఈవిధముగా ఆమచ్చలున్న భాగముల వర్ణములు ఋతువులననుసరించి మారుచుండుటచేత నవి జలాశయములు కావనియు, పచ్చని బయళ్ళనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు. ఈభాగములనుండి పరావర్తితమైనకాంతిని యిటీవల క్యూపెర్ విజ్ఞాని పరీక్షించి, నాచుమున్నగు తక్కువజాతి మొక్కలక్కడున్నట్లును, కాయలను కాచెడి మొక్కలక్కడేమియును లేనట్లును సూచించినాడు.

ఈమచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లనిటోపీలును గాక కుజగ్రహగోళతలమందు వేర్వేరు ప్రదేశములలో చిన్న చిన్న తెల్లని దీప్తిమంతమైన మచ్చలు అప్పుడప్పుడు గోచరించుచుండును. అవియన్నియు తాత్కాలికమైనవే. వానిలో కొన్ని కొన్ని గంటలసేపును, మరికొన్ని కొన్ని దినములవరకును ఉండును. ఇట్లు కొన్ని గంటలకాలముమాత్రమేయుండుమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన తేనెమంచు సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటచేత నేర్పడుచున్నవనియును, కొంత యెక్కువకాలముండునట్టిమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన గాలిదుమారమువలన సంభవించుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞు లూహించుచున్నారు.

పైని పేర్కొనిన మచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లని టోపీలునుగాక కుజగోళతలమందు క్రమబద్ధముగానున్న



కొన్ని రేఖలనుకూడ తానన్వేషించినట్లు 1877 లో పియాపర్లెన్సి అను ఇటలీదేశ ఖగోళవిజ్ఞాని ప్రకటించెను. ఈ రేఖలు ఎడారిభాగముద్వారమున నందలకొలదిమైళ్ళు వ్యాపించి పైనివివరించిన మచ్చలభాగములతో నంతమొందుచున్నవి. ఈ రేఖలను కనుగొనినసమయములో పెద్దపెద్ద జలాశయములుగా నామచ్చలున్న భాగములు భావింపబడుచుండుటచేత కుజగోళవాసులు త్రవ్విన పెద్దపెద్దకాలునలే యీ రేఖలని అప్పుడువిజ్ఞులుభావించిరి. కాని ఆధునికశాస్త్రజ్ఞు లావాదము నంగీకరించుటలేదు. పైగా కొందరు ఖగోళవిజ్ఞానులు తమకవి గోచరమగుటయేలేదని వచించి, వాని యునికినే శంకించిరి. కాని విల్సన్ పర్వతవేధ శాలకు చెందిన పిటెట్విజ్ఞాని తానీరేఖలను చూచినట్లును, వాని నవేక్షింపగలుగుట అట్టి యవేక్షణములందు బాగుగా నాతి తేరినవారికేగాని సాధ్యము కాదనియును వచించుచున్నాడు. బహుశః 200 అంగుళముల దూరదర్శినితో 1956 లో సంభవింప నున్న షడ్భాంతర సమయమున కుజగ్రహము నవేక్షించినచో ఆరేఖల తత్వము కొంతతేలునేమో !

కుజగోళతలమందు స్థిరముగానున్న మచ్చలనుబట్టి కుజ గ్రహభ్రమణకాలము 24 గం. 37 ని. 22.58 సెకనులని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయింపగలిగిరి. కుజగ్రహభ్రమణకాలమునకును భూభ్రమణకాలమునకును ఎక్కువభేదములేదు. ఇక భూమి యేకేశగా భ్రమించుచున్నచో కుజగ్రహముకూడ అదేవిధముగా భ్రమించుచున్నది. భూభ్రమణాక్షము క్రాంతివృత్తతలమున కెంత యేటవాలుగనున్నదో కుజగ్రహభ్రమణాక్షముకూడ

దానిపరిభ్రమణకక్ష్యాతలమున కించుమించు అంతయేటవాలు గనే యున్నది కాబట్టి భూగోళమందువలెనే కుజగోళమందు కూడ ఋతువులు కలుగుచున్నవి.

కుజగ్రహమునకు రెండు ఉపగ్రహములు గలవు. వీనిని ఏసఫహల్ అను అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రవాసి 1877 లో కనుగొనెను. వీనిలో కుజునకు చేరువగానున్న ఫోబాస్ అను ఉపగ్రహము పడమట నుదయించి తూర్పున నస్తమించుచు, దినమునకు మూడుమారులు కుజగ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించు చుండును. ఇక దూరముగానున్న డైమాస్ కొంతమందగతితో సంచరించునట్టి యుపగ్రహము. కుజగోళమునకేగుట మన కెన్నఁజె నను సాధ్యమైనచో డైమాస్ తో పందెమువేసికొన్నట్లు వేవేగమే నక్షత్రముల పురోభాగమున ఆకాశమందు సంచరించుచున్న ఫోబాస్ ను చూచి యెంతయురియుచుమో !!

ఆ స్థి రా యి డు లు

సూర్యునినుండి వివిధగ్రహములకుగల దూరములను తెలియజేయు నియమమును బోడేవిజ్ఞాని అన్వేషించునాటికి బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ, గురు, శనిగ్రహములుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసియున్నవి. బోడే నియమమందు 10-ని భూ సూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినట్లయిన 4-బుధ సూర్యుల నడిమిదూరమును, 7- శుక్రసూర్యుల నడిమిదూరమును, 16- కుజసూర్యులనడిమిదూరమును, 52- గురు సూర్యుల నడిమిదూరమును సూచించునుకదా. అయినచో 28- యేగ్రహమునకును సూర్యునకునుగల నడిమిదూరమును



నిరూపించును ? అంతవరకు తెలిసినగ్రహములన్నియు బోడే నియమముకు స్థూలముగా ననుసరించుచున్నవి కాబట్టి 28-అంకెకు సంబంధించిన గ్రహమొకటి తప్పక ఉండియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి.

బోడే శాస్త్రజ్ఞుడు పైనియమమును ప్రతిపాదించుటకు పూర్వమే కొందఱు విజ్ఞానవిశారదులట్టి గ్రహమొకటి అంత రాశిముహూర్తజగురులనడుమ కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచుండవలెనని భావింపకపోలేదు. ఆ గ్రహము కనపడకపోవుటకుకారణము ఆ గ్రహవాసుల కపటవర్తనమునకు కుసిరుడై పరమేశ్వరు డా గ్రహమును నాశనమొనర్చుటయేయని యూహించి కెప్లర్ విజ్ఞాని యంతటివాడుకూడ సంతృప్తడయ్యెను. కాని పూర్వుల భావములకు విరుద్ధముగా శనిగ్రహమునకు వెలుపలనున్న యురేనస్ గ్రహము 1781 లో కనుగొనబడుటయును, ఆ గ్రహమునకును సూర్యునకునుగల దూరము బోడేనియమము ననుసరించియే యుండుటయును శాస్త్రజ్ఞులకు చాలయాశ్చర్యమును కలిగించినది. అందుపై కుజగురుల నడిమిప్రదేశములో కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించు గ్రహమొకటి యుండితీరవలెననియు, సూర్యునినుండి దానిదూరము బోడే నియమానుగుణముగకూడ నుండవలెననియు శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసించి, దాని యన్వేషణకై వెంటనే పూనుకొనిరి. వారిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినవారు ఫ్లాజాక్, ఫయాజివిజ్ఞానులు.

కుజగురుగ్రహములనడుమ నుండవలసిన ఆ గ్రహము భూమికి కుజగ్రహమెంతదూరమందున్నదో అంతకంటె ఎక్కువ

దూరమందే భూమినుండియున్నను, గురుగ్రహముకంటె భూమికి చేరువగానున్న దనుటగో సందేహములేదు. కాని అనియంతవరకు శాస్త్రజ్ఞుల అవేక్షణలకు చిక్కలేదు కాబట్టి పరిమాణమునందని గురుగ్రహముకంటె చాలచిన్నదనుట నిశ్చయము. అందుచేత కడుసమర్థతతో నవేక్షణలను సాగించిననేగాని ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కష్టమని ఛాజాక్ విశ్వసించి ఆకార్యక్రమముతో తనకు తోడ్పడుటకై మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులను కూడ నియమించెను. వీరందరు గగనతలమును 24 భాగములుగ జేసి, ఒక్కొక్క శాస్త్రజ్ఞు డొక్కొక్క భాగము నవేక్షించు నట్లేర్పరచుకొని 1800 సంవత్సరములో కార్యక్రమమును ప్రారంభించిరి.

సరిగా నదేసమయముతో ఫయాజియను ఇటలీదేశ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు సిసిలీద్వీపమందు గగనతలమున గోచరమగు నక్షత్రములనన్నిటిని సమగ్రముగా ననుశీలింపవలెనను సంకల్పముతో వాని నవేక్షించుచు, టారస్ రాశిలో 8-వ పరిమాణము గల నూతన ఖగోళము నొకదానిని కనుగొనెను. ఆతరువాత 1801 వ సంవత్సరము జనవరి 1-వ తేదీని ఆ నూతన ఖగోళమును మరల నవేక్షించునప్పుడు కని తన తొల్లింట్లో నానములోగాక నూతనస్థానమున ప్రత్యక్షమయ్యెను. ఆ ఖగోళము నక్షత్రమైయుండిన ఆస్వల్పకాలవ్యవధిలో దానిస్థానమందు మార్పురాదు. అందుచే ఆయన యాశ్చర్యపడి దానినిగూర్చి పూర్తిగా తెలిసికొనుటకై జనవరి 24 వ తేదీనరకును దాని నవేక్షించుచునే యుండెను. ఈయవేక్షణలఫలి



తముగా నది నక్షత్రముకాదనియును, గ్రహమో భోక  
చుక్కయో అయి యుండవలెననియును ఆయన నిశ్చయించి,  
యావిషయమును భోజేషును, మరియొక శాస్త్రజ్ఞునకును తెలియ  
పరచెను. ఆతరువాత ఫిబ్రవరి 11 వ తేదీవరకు ఆతడా ఖగో  
ళము నవేక్షించుచునేయుండెను. కాని యంతలో నిరంతరా  
వేక్షణజనితప్రయాసచే ఫయాజి వ్యాధిగ్రస్తుడగుటతో నా  
యవేక్షణ లంతటో నాగిపోయినవి.

ఫయాజివాసినజాబు మార్చినెలచివరకుగాని భోజే  
పండితునకు చేరలేదు. ఆయన దానిని చూచుకొని, తన  
నియమమున కనుగుణముగా కుజగురుగ్రహముల నడుమనూండ  
వలసిన గ్రహము అదియే యైయుండునని విశ్వసించి, ఆఖగో  
ళముకొరకై యారాత్రియే గగనతలము నవేక్షించెను. కాని  
అప్పటికే యది సూర్యుని సమీపించుటచే ఆయనకు గోచరము  
కాలేదు ; సెప్టెంబరునెల చివరకుగాని మరల నది కనపడు నవ  
కాశముకూడ లేదు. ఇంతలో గాస్ అను జర్మనీదేశ యువక  
విజ్ఞాని ఫయాజి అవేక్షణఫలితముల నాధారముచేసికొని యా  
నూతనఖగోళకక్ష్యను గణించి, దానిని తిరిగి యవేక్షించునపుడు  
తొల్లింటిశ్రమనంతను పడ నవసరము లేకుండుటకై అది మరల  
నెన్నడు ప్రత్యక్షమగునో, ఆనాడు గగనతలమున నేదిశగా  
నవేక్షించినచో నది గోచరమగునోకూడ వివరించెను. తరు  
వాత సరిగా గాస్ చెప్పినదినమున, ఆకాశములో ఆయనచెప్పిన  
ప్రదేశమందే ఫాజాక్ అనునాత డా గ్రహమును తిరిగి కను  
గొనెను. ఆమరుచటిదినమున ఆల్బెర్సు అను శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ

దానిని స్వతంత్రముగా కనుగొనెను. వెంటనే సిసిలీలోని దైవము పేరున నీనూతనగ్రహమునకు సీరీస్ అని ఫయాజి నామకరణ మొనర్చెను.

సూర్యునకును భూమికిని నడుమదూరము 10 అని యనుకొన్నచో సూర్యునకును సీరీస్ నకును గల సరాసరిదూరము 27.67 ఉండును. బోడేనియముప్రకార మీదూరము 28.0 కావున సూర్యకుటుంబములో గురుకుజుల నడుమనుండి యంత కాలము కనబడక దాగియున్న గ్రహమనియేయని విచిత్ర మగును. 1800 సంవత్సరము వరకు నవేక్షింపబడినగ్రహము లందెల్ల నది పరిమాణమునందు చిన్నది. దీనివ్యాసము రషూ రమి 480 మైళ్ళు. భూవ్యాసము 7,917 మైళ్ళు.

సీరీస్ గ్రహము కనుగొనబడిననాటినుండియు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులందరు తమ దూరదర్శినుల నాగ్రహము వైపున కేత్రిప్పి, పదేపదే దానినే యవేక్షించుచుండిరి. ఆల్బెర్ట్ శాస్త్రజ్ఞుడు కూడ నదేనిధముగ నానూతనగ్రహము నవేక్షించుచుండ సీరీస్ ప్రక్కనే మరియొక చిన్న ఖగోళము 1802 వ సంవత్సరము మార్చి నెలలో ఆయనకు గోచరమైనది. ఆతరువాతి పరిశోధ నలవలన నదికూడ నొకగ్రహమేయని స్పష్టమయ్యెను. దీనిపేరు పెల్లాస్. భూసూర్యుల నడిమిదూరము 10 అయినచో పెల్లాస్ సూర్యుల నడిమిదూరము 26.7 ఉండును. ఇది సీరీస్ కంటె పరి మాణమునందు కొంచెముచిన్నది. దీనివ్యాసము 304 మైళ్ళు.

సీరీస్, పెల్లాస్ నక్షత్రములను సమగ్రముగా ఆల్బెర్ట్ విజ్ఞాని యనుశీలించి, వానియం దనేకలక్షణములు సరూ



సముగా గోచరమగుటచే నవి రెండును నొకపెద్దగ్రహముననుండి విడివడిన ముక్కలైయుండవలెననియు, నట్టిముక్క లింకను మరికొన్ని యుండవచ్చుననియు ప్రతిపాదించెను.

ఆల్బెర్టు శాస్త్రిజ్ఞుని యీ ప్రతిపాదన నాధారముగాజేసి కొని ఆయల్పగ్రహములను కనుగొనుటకై ఖగోళవిజ్ఞానులందఱు తమ దూరదర్శినులను గగనతలమున సీరీస్, పెల్లాస్ లున్న భాగ మునైపు త్రిప్పి యవేక్షింపసాగిరి. తత్ఫలితముగా కొన్ని వందల అల్పగ్రహములు క్రమముగా నవేక్షితమైనవి. 1891 వ సంవత్సరమునరకును కేవలము దూరదర్శిని ద్వారమున కంటితో చూచి యీ అల్పగ్రహముల నవేక్షించుచుండెడివారు. 1891 వ సంవత్సరమునాటి కారీతిగా కనుగొనబడినవాని సంఖ్య 322. ఈయన్వేషణపద్ధతి యంతసామర్థ్యమైనదిగాదని హైడెల్ బర్గు వాసియైన మేక్స్ వూల్ఫు విజ్ఞాని నిర్ధరించి, దానికి బదులుగా ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రవేశపెట్టెను. ఈపద్ధతియందు దూరదర్శిలో ఛాయాచిత్రఫలకము నమర్చి దానిని రమారమి ఒకగంటకాలము ఆకాశములో గురుకుజుల నడిమిప్రదేశము నైపు ప్రదర్శింపజేయును. నక్షత్రముల ద్వైకసంచలనమున కనుగుణముగా దూరదర్శి పశ్చిమదిశగా తనఅక్షముపై సంచరించుచుండును కాబట్టి నక్షత్రములు చుక్కలవలెను నక్షత్రముల దృశ్యద్వైకసంచలన వేగములకువ్యత్యాసమైన వేగములను కలిగియున్న అల్పగ్రహములు చిన్నగీతలవలెను ఆఛాయాచిత్ర ఫలకమునం దేర్పడును. ఆ చిన్నగీతలనుబట్టి వాని ఉనికిని తెలిసికొందురు. ప్రతిసంవత్సరము వందలకొలది అల్పగ్రహములు నేటికి సీరీతిగా కనుగొనబడుచున్నవి.

కుజగురులనడుమ కక్ష్యలసేర్పరచుకొని సూర్యనిచుట్టు పరిభ్రమించుచున్న యీ అల్పగ్రహముల నన్నిటినిచేర్చి 'ఆస్టిరాయిడులు' అని పేర్కొందురు. అల్పగ్రహములను పేరుతోనే వీనిని వ్యవహరించుటయును లేకపోలేదు.

ఆస్టిరాయిడు లల్పపరిమాణమూర్తులు. వీనిలో గరిష్ఠ పరిమాణముగలది సీరీస్. దానివ్యాసము 480 మైళ్ళు. కాని దాని యుపరితలపరావర్తనసామర్థ్యముమాత్రము మిక్కిలి తక్కువ. తనపైబడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి ఆరుపాళ్ళను మాత్రమే అది పరావర్తనమొనర్చగలదు. అందుచేత తన కంటె తక్కువపరిమాణముగల వెస్టాకంటెనుకూడ తక్కువ దీప్తితో నది ప్రకాశించుచుండును. ఆస్టిరాయిడులలోకెల్ల యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది వెస్టా. దానివ్యాసము 240 మైళ్లే గాని అది తనపైబడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి 26 పాళ్ళనరకును పరావర్తనమొనర్చగల సామర్థ్యమును కలిగియుండుటచే ఎక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించుచున్నది. షడ్భాంతరసమయములోనది యించుమించు అరుంధతీనక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితో వెలుగొందుచు వట్టికంటికికూడ ఆనును. ఇక మిగిలిన ఆస్టిరాయిడులలో పెల్లాస్, జూనోలు తప్ప తక్కినవన్నియు మిక్కిలిచిన్నవి ; మహాదీప్తిమంతములుకూడకావు. వందల కొలదిగనున్న ఆస్టిరాయిడులన్నింటిలోను పది, పన్నెండింటి వ్యాసములుమాత్రమే నూరుమైళ్ళకుమించి యుండును. శేషించినవాని వ్యాసములు 50 మైళ్ళకంటె తక్కువే. ఒకటి రెండు మైళ్ళ వ్యాసములను కలిగియున్న ఆస్టిరాయిడులుకూడ అనేకములుగలవు.



ఆస్టిరాయికులు చాలచిన్నవగుటచేత వానినిర్ధానమును గూర్చిగాని ఉపరితలపరిస్థితులనుగూర్చిగాని శాస్త్రజ్ఞులకంతగా నేమియును తెలియదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్యలన్నిటి వలెనే ఆస్టిరాయికులలో పెక్కింకీకక్ష్యలు తక్కువవికేంద్రతనే కలిగియున్నవి; వాని కక్ష్యాతలములుకూడ క్రాంతివృత్తతలమునకు కొద్దిగనేవంగియున్నవి. ఇందుకుతార్కాణము 1383-లింబర్జియాయను ఆస్టిరాయికు. దీనికక్ష్య ఇంచుమించు క్రాంతి వృత్తతలమందే యున్నదని చెప్పవచ్చును. ఇక దానికక్ష్యా తలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 0.009 అంశలుమాత్రమే యేట వాలుగ నున్నది. కాని కొన్ని ఆస్టిరాయికుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రతను చెందియున్నవి; వానితలములు క్రాంతి వృత్తతలమునకు హెచ్చుగావంగికూడ నున్నవి. హైడల్ గో అనునొక ఆస్టిరాయికుకక్ష్యయొక్కవికేంద్రత 0.66; గాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 42.5 అంశలు వాలుగ నున్నది.

గ్రహములన్నిటివలెనే ఆస్టిరాయికు లన్నియుకూడ సూర్యునిచుట్టు పడమరనుంచి తూర్పుదెసగా పరిభ్రమించుచున్నవి. వాని పరిభ్రమణకాలములు 3½ సంవత్సరములకును 6 సంవత్సరములకును నడుమ నుండును.

ఆస్టిరాయికులలో నొక్కొక్కదానికి ఒక్కొక్క కక్ష్య యున్నది. ఈకక్ష్యలన్నియు సామాన్యముగా కుజగురుకక్ష్యల నడుమనేయున్నను కొన్ని ఆస్టిరాయికుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రమైయుండుటవలన, కుజకక్ష్యలోనికి చొరుచు కొనియున్నవి. అందుచేత ఆకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న ఆస్టిరాయి

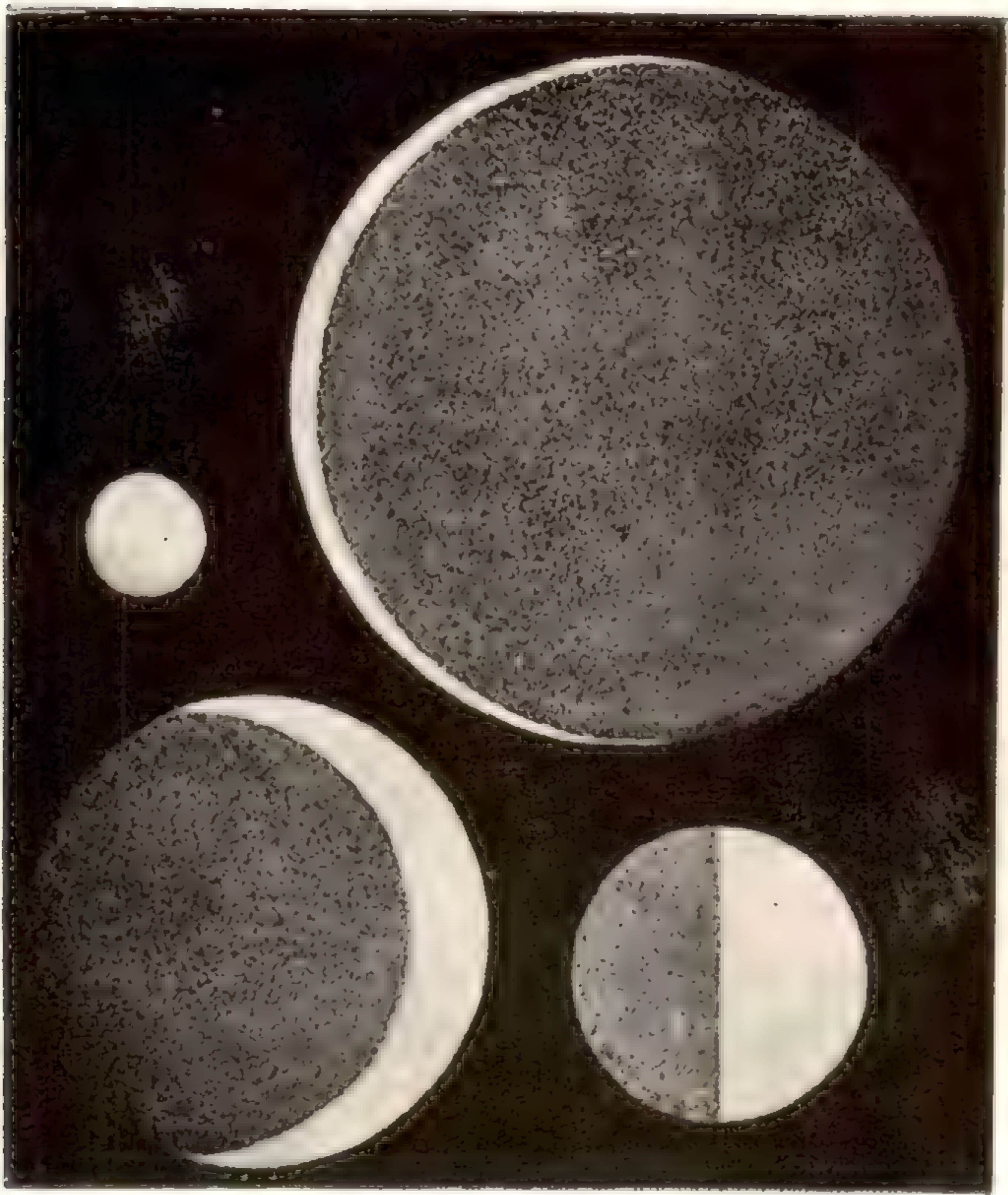
దులు ఒక్కొక్కప్పుడు భూమికి చాలచేరువగ వచ్చుచుండును. 1932 వ సంవత్సరము ఏప్రిల్ నెలలో అన్వేషింపబడిన ఎపోలొ అను అల్పగ్రహము భూమికి 65,00,000 మైళ్ళదూరమునకు వచ్చినది. కాని అంతకంటెనుకూడ భూమికి మిక్కిలి దగ్గరగా వచ్చిన అల్పగ్రహము హెల్మెస్. 1937 వ సంవత్సరము అక్టోబరు 30 వ తేదీని భూమికి రమారమి 4,85,000 మైళ్ళకు దగ్గరగా నది వచ్చినది. చంద్రుడుగాక భూమికంతచేరువకు వచ్చిన ఖగోళము మరియొకటిలేదు.

సూర్యకుటుంబములోని యితరగ్రహములవలెనే ఆప్టి రాయిదులును నుత్పన్నమైనవి కాబట్టి అవికూడ నా గ్రహముల నిర్మాణమునే కలిగియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడు చున్నారు. కాని అవి అత్యల్పమూర్తు లగుటవలన వానిని పరివేష్టించి వాతావరణముండుట కిసుమంతయు నవకాశము లేదు. అవి గోళాకారమందున్న కటికిపాషాణములైయుండ నోవును. కాని వానిలో ఈరోస్ అనుదానిదీప్తి ఒకనియమము ననుసరించి మారుచుండుటచేనది ఇంకవలె దీర్ఘఘనాకారమును కలిగియుండుననియును, అది తనయక్షముపై భ్రమించుటలో ఒకసారి ఎక్కువ వైశాల్యముగల తలమును వేరొకసారి తక్కువ వైశాల్యముగల తలమును మనకు ప్రదర్శితమగునుకాబట్టి దాని దీప్తిలో వ్యత్యాస మేర్పడుచున్నదనియును శాస్త్రవేత్త లభి ప్రాయపడుచున్నారు.

కుజగురులనడుమ కక్ష్యనేర్పరచుకొని తిరుగుచుండెడి గ్రహమొకటి కారణాంతరములచే బ్రద్దలుకాగా ఆప్టిరాయిదు లేర్పడినవని ఖగోళవిజ్ఞానపారంగతు లూహించుచున్నారు.



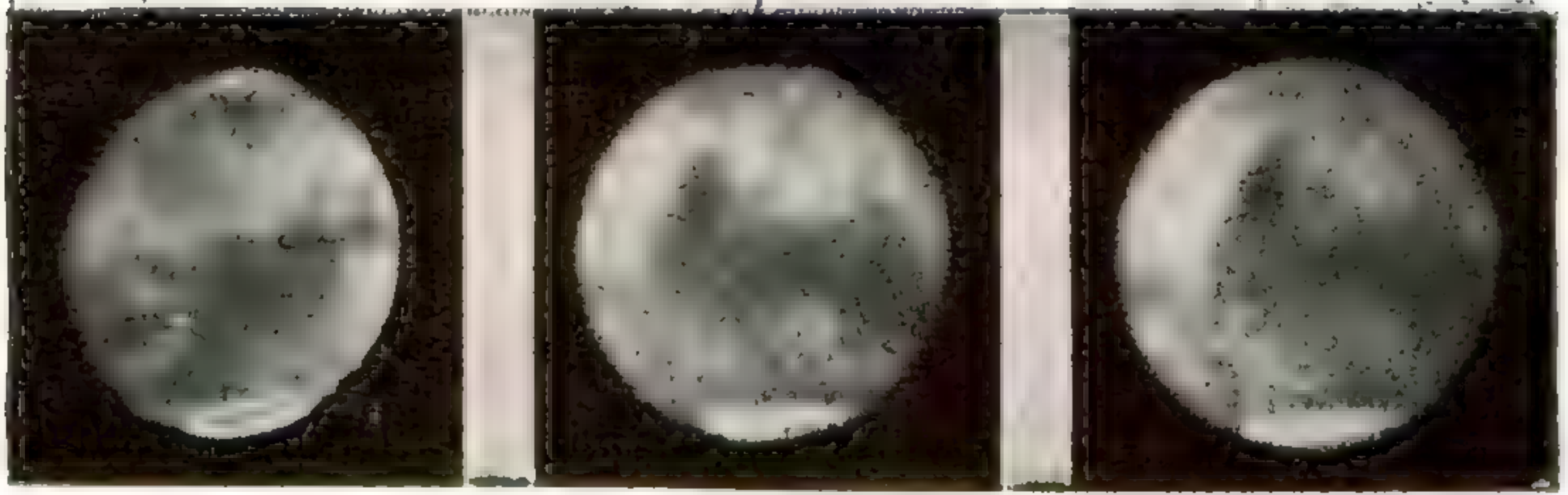
200 A



12.55 200 A. 3. (500) 510 200. 177

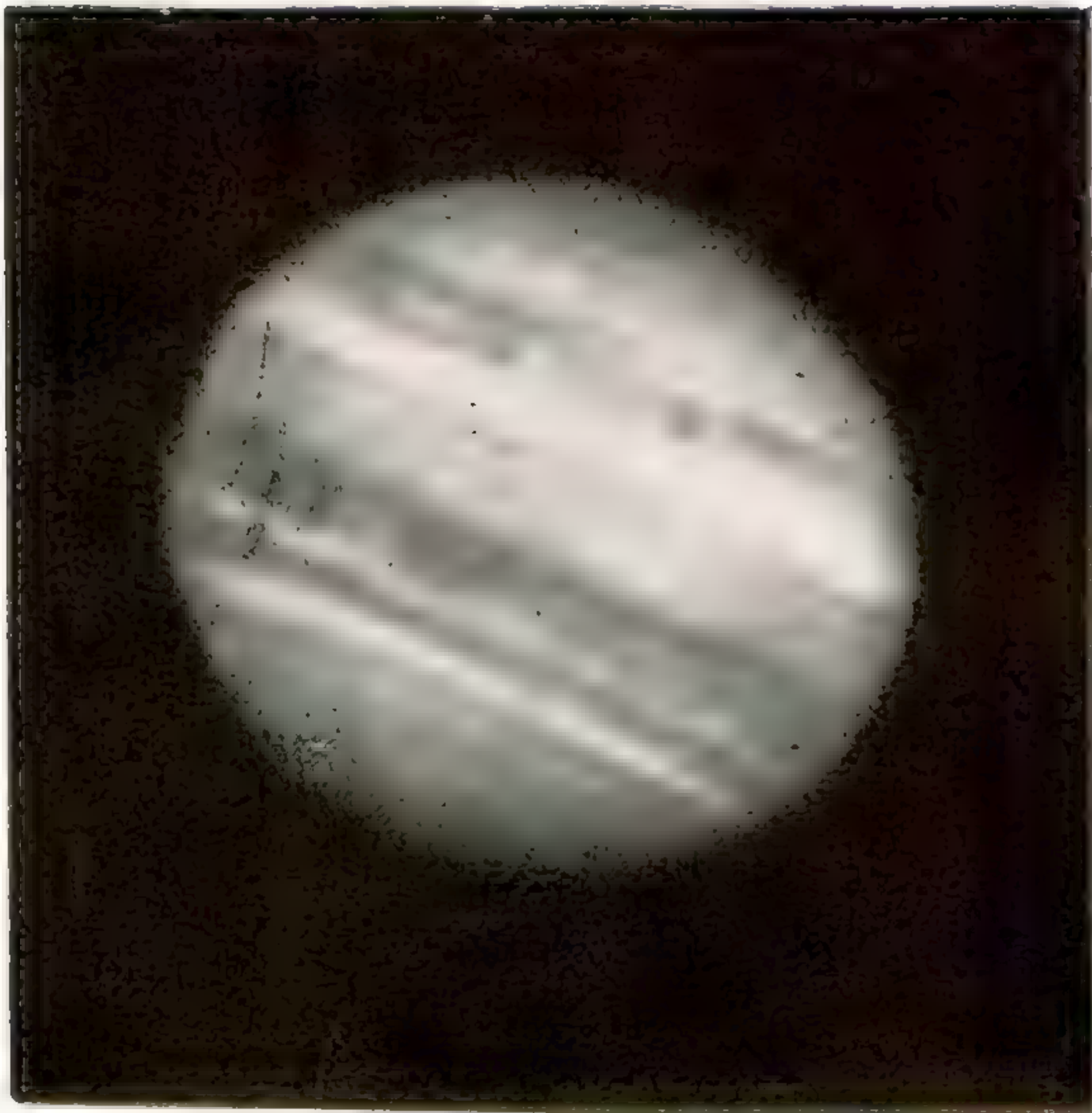


౧౦౮



13-వ పటము. కుజుడు (పుట. 189)

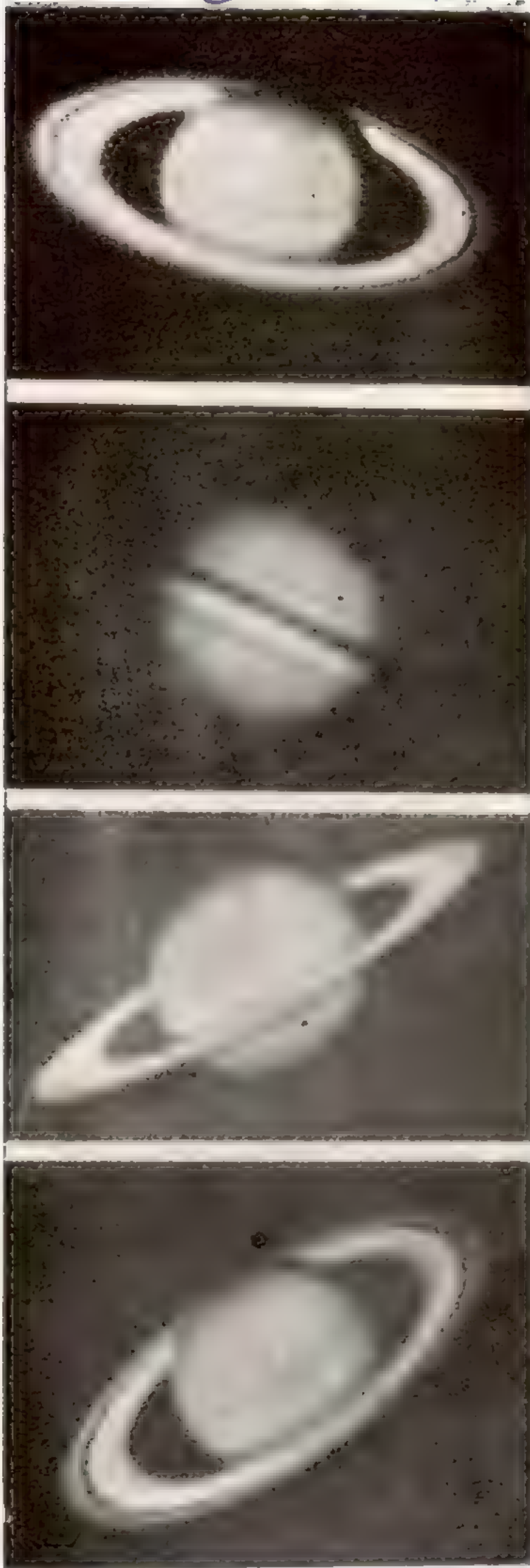
శ్రీ వేదాన గాంధారియమ్  
తేలదొక్క. (పుట. 202)



14-వ పటము. గురుడు (పుట. 202)

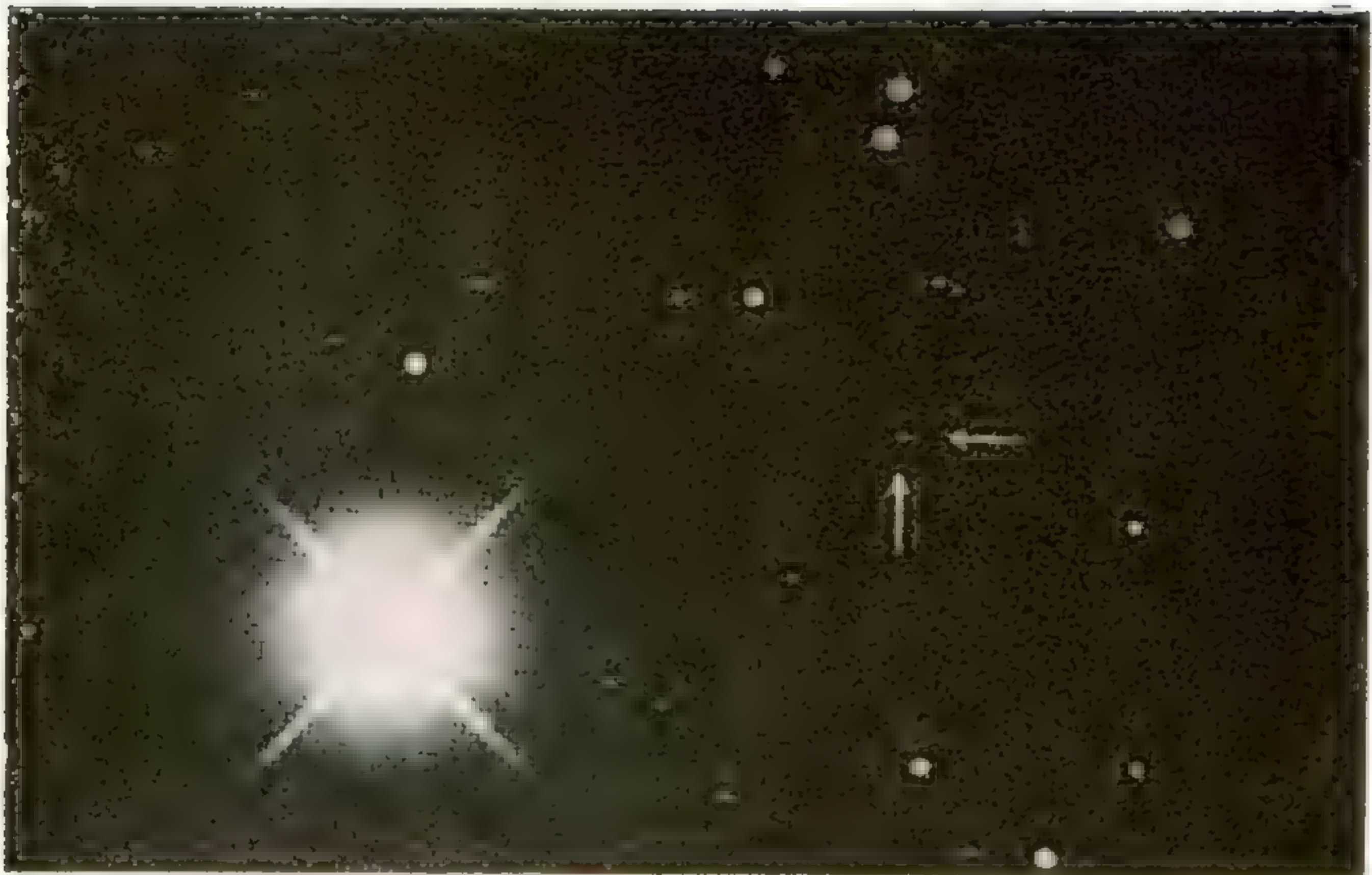


200 C



15-వ పటము. శని (చిత్ర. 211)

2007



16-వ పటము. ప్లాన్ గ్రహస్థితి (పుట. 224)

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం  
లేలపోల. (కృష్ణా జిల్లా.)



100 E



17-వ పటము. హేరితోక చిక్క (పుట. 226)



200F



18-వ పటము. భూమిపై పడిన ఉల్కా ఒక కాంతిరేఖవలె  
గోచరించును. (పట. 233)



గురుడు

గ్రహములన్నిటిలోను మిక్కిలి పెద్దది గురుడు. భూమి కంటె పరిమాణములో నిది సుమారు 1300 రెట్లు పెద్దది. సూర్యకుటుంబములోని మిగిలిన గ్రహముల నన్నిటిని చేర్చి ఒక ముద్దగా చేసినను, అది గురుగ్రహమంత పరిమాణమును కలిగి యుండదు. గురుగ్రహ : మింతపెద్దదియగుటవలన భూమికని కొన్నిగ్రహములకంటె హెచ్చుదూరములో నున్నను మొదటి పరిమాణనక్షత్రమంత దీప్తిమంతముగా ఆకాశమున గోచర మగుచున్నది. గ్రహములలో శుక్రుని తరువాత హెచ్చుదీప్తితో ప్రకాశించుచు భూవాసులకు గోచరమగున దదియే.

ఆప్టిరాయిదుల తరువాత కక్ష్య నేర్పరచుకొని గురు గ్రహము సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహకక్ష్య లన్నిటివలె గురుగ్రహకక్ష్యకూడ దీర్ఘవృత్తాకారమున నేయున్నదిగాని కొన్నిగ్రహకక్ష్యలకంటె కొంచెమెక్కువగా నది వికేంద్రతను చెందియున్నది. దాని కక్ష్యావికేంద్రతపరిమాణము 0.048 ; అందుచేత గురుసూర్యుల కనిష్ఠ, గరిష్ఠదూరములలో కొంత హెచ్చువ్యత్యాసము గోచరించును. గురుసూర్యుల సరాసరి దూరము 48,30,00,000 మైళ్ళు. భూసూర్యుల సరాసరి దూరమునకు గురుసూర్యుల సరాసరిదూరము 5.203 రెట్లుండును. ఇక గురుడు సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగా నున్నపుడు 4.95 ను, మిక్కిలిదూరముగా నున్నపుడు 5.45 ను రెట్ల దూరములో నుండును.

గురుగ్రహము సూర్యునిచుట్టు ఒకసారి పరిభ్రమించుటకు 11.86 సంవత్సరములు పట్టును. దాని సరాసరి పరిభ్రమణ

వేగము సెకనునకు 8 మైళ్ళు. భూపరిభ్రమణవేగముకంటె నిది మిక్కిలి తక్కువ. సూర్యునినుండి గ్రహముల దూరములు హెచ్చినకొలదియు వాని పరిభ్రమణవేగములు తగ్గుననుట కిది నిదర్శనము.

గురుగ్రహము సమమైన గోళాకారమున లేదు. భూమి వలెనే యదికూడ ధ్రువములచేత కొంచెమదుమబడియున్నది. దాని మధ్యరేఖావ్యాసము 88,700 మైళ్ళు ; ధ్రువవ్యాసము 82,800 మైళ్ళు. గురుగ్రహమిరీతిని ధ్రువములదిశగా నెక్కువ అదుమబడియుండుటకు కారణము దాని అధికభ్రమణవేగము. గురుగోళభ్రమణకాలము 9 గంటల 55 నిమిషములు. భూగోళ భ్రమణకాలము 24 గంటలు. దీనిబట్టి భూమధ్యరేఖపైనున్న వస్తువుకంటె గురుమధ్యరేఖపై నున్న వస్తువు మిక్కిలి యెక్కువ వేగముతో తిరుగుచున్నదని మనకు వ్యక్తమగును. ఈయధిక భ్రమణవేగమువలన భూమినలెనే గురుగ్రహముకూడ ద్రవస్థితి యందున్న సమయములో ధ్రువములదిశగా నదుముడును పొంది నది. భూభ్రమణవేగముకంటె గురుగ్రహభ్రమణవేగ మెక్కువ కాబట్టి ఉత్తరదక్షిణదిశగా భూమిపొందిన అదుముడుకంటె గురుగ్రహముపొందిన అదుముడుకూడ అధికమే. దూరదర్శినితో గురుగ్రహమును చూచినట్లయిన దీర్ఘగోళాకారమున నది గోచరించును.

గురుగ్రహమును దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు దాని మధ్యరేఖకు సమాంతరముగ కొన్ని కాంతిహీనమైన దళములు లేక మండలములు కనపడును. ఈమండలము లెల్లప్పుడు సమా



నాకారమును కలిగియుండక సదా మాపునొందుచున్న స్థిగ పడును. గురుగ్రహాభ్రమణమువలన నేర్పడిన వాయుప్రవాహములే యీ మండలములని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

గురుగ్రహమధ్యరేఖకు సమాంతరముగనున్న మండలములుగాక కొన్ని మచ్చలుకూడ అప్పుడప్పుడు గురుగోళ తలముపై కానవచ్చుచుండును. ఇవి సమాంతరమండలములంత త్వరితగతిని మార్పును పొందవు. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది బృహదాకుణ లక్ష్మము. పేరులోనే సూచింపబడినట్లు ఇది మిక్కిలిపెద్దది; ఎఱ్ఱగా నుండును. దీర్ఘవృత్తాకారమందున్న యీమచ్చ పొడువు రమారమి 30,000 మైళ్లు; వెడల్పు 7,000 మైళ్లు. దీనిని మొట్టమొదట 1878 వ సంవత్సరములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఆతరువాత 30 యేండ్ల వరకునది గురుగ్రహతలముపై దీప్తిమంతమైన మచ్చగా గోచరమగుచునే యుండెను. కాని అటుపిమ్మట క్రమముగా దాని దీప్తి క్షీణించినది. ప్రస్తుతమది వెలవెల బోవుచున్న గుండ్రని మచ్చగా మార్పునొందినది.

బృహదాకుణ లక్ష్మముగాక మరికొన్ని కాంతిహీనమైన చిన్నచిన్న లక్ష్మములుకూడ గురుగ్రహముయొక్క వేర్వేరు మండలములం దప్పుడప్పుడు గోచరమగుచుండును. ఇవి సాధారణముగా నొక్కొక్కసారి హఠాత్తుగా ప్రత్యక్షమై, ఒకటి రెండు సంవత్సరములకాలముండి పిమ్మట అదృశ్యమగును.

గురుగ్రహమందలి ఒకటి రెండు మచ్చలను జాగ్రత్తగా ననుశీలించినయెడల గురుగ్రహగోళముచుట్టును తిరిగివచ్చుటకు

వేర్వేరుమచ్చలకు వేర్వేరుకాలములు పట్టుచున్నవని స్పష్టమగును. ఇక బృహదారుణలక్ష్మముకూడ నెల్లపుడు సమాన భ్రమణకాలమును కలిగియుండుటలేదు. దీనినిబట్టి గురుగ్రహము పూర్తిగా వాయుగోళమో లేదా నడుమనున్న ఘనగోళము నావరించి చాల దళమైన వాయుమండలముకలదియో కావలెనని మనము భావింపవలసియున్నది. ఈ వాయుమండలమందేర్పడిన సుడులే యామచ్చలని పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

గురుగ్రహము నావరించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుట కెట్టిసందేహమును లేదు. గురుగ్రహవర్ణమాల ననుశీలించినయెడల అందు నల్లనిదళములు మనకు కాన్పించును. ఆదళము తెక్కువగా అమోనియావాయువువలన నేర్పడినవే. దీనినిబట్టి గురుగ్రహవాతావరణమందు అమోనియావాయువు చాల విరివిగనున్నదని మనకు స్పష్టమగును. మీథేన్ అను వాయువుకూడ అక్కడ నెక్కువగనే యున్నది.

గురుగ్రహమును పరివేష్టించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుటకు మరియొక నిదర్శనము గురుగ్రహముయొక్క అల్పసాంద్రత. గురుగోళముయొక్క సరాసరి వ్యాసము రమారమి 86,740 మైళ్ళు. దాని పరిమాణము భూగోళపరిమాణమునకు సుమారు 1,300 రెట్లు హెచ్చు. కాని భూగోళద్రవ్యసంచయమునకు రమారమి 317 రెట్లు మాత్రమే గురుగోళద్రవ్యసంచయ మధికముగా నున్నది. దీనినిబట్టి భూగోళసాంద్రతకంటె గురుగోళసాంద్రత నాలుగింతలు తెక్కువయని



వ్యక్తమగును. భూగోళముకంటె గురుగోళము సూర్యున కెక్కువ దూరమందున్నది కాబట్టి భూగోళతాపక్రమముకంటె గురుగోళ తాపక్రమము చాలతక్కువగ నుండునని వేరే చెప్పనక్కర లేదు. గురుగోళతాపక్రమము—140° శ. ఉండునని శాస్త్రజ్ఞు లంచనావేసినారు. ఆయత్యల్పతాపక్రమములో గురుగోళ మందలిద్రవ్యమంతయు వాయుస్థితిలోనుండుట సాధ్యముకాదు. అందుచేత గురుగోళమధ్యభాగము ఘనస్థితిలో నున్నదనియును, దానినిచుట్టి దళమైన వాయుమండలము లున్నవనియును, గురు గోళవాయుమండలములు భూగోళవాతావరణముకంటె మిక్కిలి దళముగనుండుటచేతనే గురుగోళసాంద్రత తగ్గుచున్నదనియును స్పష్టమగును.

గురుగ్రహముచుట్టు ప్రదక్షిణముచేయుచు 12 ఉప గ్రహము లున్నవి. వీనిలో 12 వ దానిని 1950 వ సంవత్స రము సెప్టెంబరునెలలో నొక అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్ర ఖగోళ విజ్ఞాని అన్వేషించెను. సూర్యకుటుంబములో గురుగ్రహమున కున్నన్ని యెక్కువఉపగ్రహములు మరియేయితర గ్రహము నకును లేవు. దూరదర్శినిని నిర్మించి గగనావేక్షణకై దానిని మొట్టమొదట నుపయోగించిన గెలీలియోవిజ్ఞాని, గురుగ్రహము చుట్టును తిరుగుచు నాలుగు గుపగ్రహములున్నవని 1610 సంవత్స రములో కనుగొనెను. గెలీలియోకు పూర్వమే సైమోన్ డెవిస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడింటిని కనుగొనెనని కొందఱందురు. కాని సాధారణ ముగా గురుగ్రహోపగ్రహన్వేషణాగౌరవమును గెలీలియో

విజ్ఞానకే చాలమంది యొసంగుమకు. ఈ ఉపగ్రహన్వేషణ ఖగోళశాస్త్రచరిత్రలో మిగుల మహత్తరమైనదనుటకు సందేహములేదు. సూర్యనిచుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నవను వాదము గెలీలియోకాలమునాటికి పలువురకు, ముఖ్యముగా క్రైస్తవమతాధికారులకు, అంగీకృతముకా లేదు. గురుగ్రహోపగ్రహన్వేషణతో గురునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఉపగ్రహములను వారికి ప్రత్యక్షపరచి, సూర్యనిచుట్టు గ్రహములుకూడ నట్లే ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవని ప్రబోధించుటకు గెలీలియోకు చక్కని నిదర్శనము చేకూరినది.

గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడువర్గములుగా విభజింపవచ్చును. వీనిలో గురుగ్రహమునకు చేరువగానున్న అయిదు ఉపగ్రహములను అంతరుపగ్రహములని పేర్కొందురు. ఇవన్నియుకూడ తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యలలో పశ్చిమమునుండి తూర్పునకు గురుగ్రహముచుట్టును తిరుగుచుండును. వీనిలో నాలుగుపగ్రహము లెక్కువదీప్తిమంతమైనవి. గెలీలియోవిజ్ఞాని యన్వేషించిన వవియే. అయిదవ ఉపగ్రహమును 1892 వ సంవత్సరములో లిక్ వేధశాలకు చెందిన ఎడ్వర్డు బార్నార్డ్ విజ్ఞాని మొదట కనుగొనెను. ఇది గురుగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా నున్నది. ఇక మిగిలిన ఉపగ్రహములనన్నిటిని చేర్చి బహిరుపగ్రహములని వ్యవహరింతురు. వీనిలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములను ఒకవర్గముగను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములను వేరొకవర్గముగను విభజింపవచ్చును. ఈ ఉపగ్రహములన్నియును చాలచిన్నవి ; తక్కువ



దీప్తిమంతమైనవి. వీనినన్నిటినికూడ ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతి నే శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించినారు. వానికక్ష్యలుకూడ ఎక్కువవికేంద్రతను చెందియున్నవి. బహిరుపగ్రహములలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుదెసగాను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములు తూర్పునుండి పడమరగాను గురుగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి. **శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్**

శ ని

**తేలపోయి. (శుక్లాశ్లా.)**

ప్రాచీనులు గుర్తించిన గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగానున్నది శని. కాని శనిగ్రహమునకు వెలుపల నింకను మూడుగ్రహము లున్నవని నేడు మనకు తెలియును.

గురుగ్రహకక్ష్యకు వెలుపలనున్న తనకక్ష్యయందు సూర్యునిచుట్టు శనిగ్రహము పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహసంతతియందెల్ల నది కడురమ్యమైన దనుటలో నతిశయోక్తిలేదు. దూరదర్శినితో శనిగ్రహము నవేక్షించి పారవశ్యమునొందని రసజ్ఞుడుండునా యని సందేహము! ప్రకృతిసౌందర్యమును గాంచి యానందింపగలిగిన ప్రతివ్యక్తియును శనిగ్రహమును తిలకించి ముగ్ధుడుకావలసినదే!! కాని దూరదర్శినితో శనిగ్రహమును చూచునట్టిభాగ్యము మనలో పెక్కురకుండదు. అందుచే పటములలో శనిగ్రహమునుచూచి మనము తృప్తి చెందవలసినదే.

శనిగ్రహ మంతమనోహరముగానుండుటకు కారణము దానిని పరివేష్టించియున్న కుండలి. గ్రహములలో పెక్కింటి

కున్నట్లుగనే శనిగ్రహముచుట్టును తిరుగుచు ఉపగ్రహములున్నవి. ఇంతవరకు నన్వేషింపబడిన యాఉపగ్రహములసంఖ్య తొమ్మిది. కాని శనిగ్రహమునకున్న కుండలినంటిది మరొక గ్రహమునకును లేదు.

శనిగ్రహకుండలిని మొట్టమొదట గెలీలియోవిజ్ఞాని కనుగొనెను. కాని కుండలిగా దాని నానాడాయన భావింప లేదు. శనిగ్రహమున కిరుప్రక్కలను ఒక్కొక్కప్రక్క నొక్కొక్కటివంతుననున్న రెండు చిన్నగోళములుగనే యానాడా విజ్ఞానవిశారదున కది దూరదర్శినితో చూచినపుడు ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత క్రమముగా హైజెన్సు, బాండ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవర్ణావళి కృషిఫలితముగా దానితత్వము వెల్లడియైనది.

శనిగ్రహచ్ఛాయాచిత్రమును పరీక్షించినట్లగున శనిగ్రహమును పరివేష్టించియున్న కుండలిలో నడుమనొక నల్లని గీతకనపడును. ఆగీతదగ్గర సూర్యకాంతిని పరావర్తించుటకు ద్రవ్యమేమియు లేకపోవుటచే నల్లగ గోచరమగుచున్నది. దీనిని బట్టి శనిగ్రహకుండలి యేకకుండలికాదనియును, కొన్నికుండలుల కూటమియనియును మనకు వ్యక్తమగును. వాస్తవముగా శనిగ్రహకుండలి మూడుకుండలుల కూటమి. వానిలో శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నదానికి 'క్రేప్ కుండలి' అనిపేరు. అది మిక్కిలి తక్కువదీప్తికలది. ఆ తరువాతిది మధ్యకుండలి. శనిగ్రహకుండలులు మూడింటిలోను ఇదియే అధికదీప్తికలది. దానియందలి ద్రవ్యము సాపేక్షముగా నెక్కువసాంద్రమై యుండుటవలన అది తనపై పతనమైన సూర్యకాంతిని బాగుగా



పరావర్తన మొనర్చి యెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగు చున్నది. దీని వెడల్పుకూడ హెచ్చు. ఇక మూడవది బహుష్కండు. బహుష్కండులికిని మధ్యకండులికిని గల సరిహద్దు చాల స్పష్టముగనుండును. దానికి 'కాసిని సరిహద్దు' అనిపేరు.

శనిగ్రహకుండలుల వెడల్పు చాలహెచ్చు. లోపలి యంచునుండి వెలుపలియంచునకవి 41,500 మైళ్లుండును. కాని వానిమందము మిక్కిలి తక్కువ. 10 మైళ్ళకంటె అది యెక్కువ యుండదు.

శనిగ్రహకుండలుల ముఖ్యమైనలక్షణము వానిసాంద్రత అత్యల్పముగా నుండుట. శనిగ్రహముచుట్టును వర్షులాకారముగా నేర్పడిన వాయుద్రవ్యమే యీకుండలులని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులును, ద్రవపదార్థమే యీకుండలులని మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులును చాలకాలమునరకు నభిప్రాయపడుచుండెడివారు. కాని ఘనస్థితియందున్న చిన్నచిన్నద్రవ్యకణములచే నీకుండలు లేర్పడినవని ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు నిశ్చయించినారు. శనిగ్రహము చుట్టు పరిభ్రమించుచుండిన ఉపగ్రహమొకటి శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా వచ్చుటచేత బ్రద్దలై ఈరీతిగా కుండలియాకారమును పొందినదని వారిసిద్ధాంతము.

శనిగ్రహకుండలులు శనిగ్రహకక్ష్యాతలమునకు రమా రమి 27° వంగియున్నవి. ఈకుండలులు శనిగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవనియును, వాని లోపలిభాగములకంటె వెలుపలిభాగములు తక్కువవేగమును కలిగియున్నవనియును నన్యమాలామాపక పరిశోధనములవలన తెలియవచ్చినది.

ఈకుండలులేగాని అనేకద్రవ్యఖండముల సమూహముగాగాక అవిచ్ఛిన్నముగా నుండియున్నచో ఆకుండలుల వేగములు లోపలిభాగమున తక్కువగను, వెలుపలిభాగమున నెక్కువగను ఉండియుండును. 'కాని సూర్యకటుంబములోని గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములు సూర్యనికేంద్రేవగనున్న గ్రహములవి యెక్కువగను, దూరముగానున్నవానివి తక్కువగను ఎట్లున్నచో అట్లే యీకుండలుల వేగములకూడ నుండుటవలన నవి విచ్ఛిన్నమునైయున్నవని మనము భావింపవచ్చును.

భూమినుండిచూచినపుడు శనిగ్రహకుండలుల ఆకారము ఒక్కొక్కపుడు ఒక్కొక్కవిధముగా కనిపించుచుండును. ఈ వ్యత్యాసమునకు కారణము భూమినిబట్టి శనిగ్రహస్థానములో వచ్చుమాధ్యే. శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగుటలో శనిగ్రహమునుబట్టి యీకుండలులవిశేషమందు ఎత్తిమార్పును రాదు. కాని శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగునపుడు భూ శనిగ్రహముల సాపేక్షస్థానమునుబట్టి ప్రక్కనుండియో, దిగున నుండియో లేదా అంచుదిశగానో ఆకుండలులను మనము చూడవలసినచ్చును. తన్మూలముగా వాని యాకారము భిన్నముగా మనకు గోచరమగుచుండును. ఈకుండలులు అంచుదిశగా ప్రదర్శితమైయున్నప్పటికంటె ఎక్కువవెడల్పుగానున్నదిశగా మనకు ప్రదర్శితమైనప్పటి శనిగ్రహదీప్తి మూడురెట్లధికముగా నుండునుకాబట్టి యీకుండలులలోని ద్రవ్యము హెచ్చుపరావర్తనసామర్థ్యమును కలిగియున్నదని చెప్పవచ్చును. శనిగ్రహకుండలులు అంచుదిశగా మనకు ప్రదర్శితమైయున్నపుడు పెద్దపెద్ద



దూరదర్శినులలో మాచిననుకూడ కానరావు. 15 సంవత్సరముల కొకనాటి యీదృశ్య మభివ్యక్తమగును. 15 వ షటములో శనిగ్రహకుండలులు ప్రదర్శించు భిన్నదృశ్యములను కిలకింపవచ్చును.

శనిగ్రహమునుచుట్టి కుండలులేగాక తొమ్మిది ఉపగ్రహములుకూడ నున్నవి. గురుగ్రహము తరువాత ఎక్కువ ఉపగ్రహములను కలిగియున్నది శనియే. 1665 వ సంవత్సరము మార్చి 25 వ తేదీని శనిగ్రహముయొక్క మొట్టమొదటి ఉపగ్రహమును హైజెన్సుశాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. ఆతరువాత క్రమముగా మిగిలిన ఉపగ్రహము లన్వేషింపబడినవి. వీనిలో టైటాన్ ఉపగ్రహ మెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. సుమారు 8 వ పరిమాణతారగా దూరదర్శినిచుంచది గోచరమగును. ఈఉపగ్రహము బుధునికంటె పెద్దది ; ఇంచుమించు కుజగ్రహమంతయుండును. ఈఉపగ్రహమునుగూర్చిన మరియొక విశేషవిషయము దానిచుట్టును వాతావరణముండుట. సూర్యకుటుంబములోని మరియొకరితర ఉపగ్రహమునకును వాతావరణములేదు. ఈఉపగ్రహవాతావరణములో నెక్కువగా మీథేన్ వాయువున్నది.

శనిగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములన్నియును తమపై పడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తనమునర్చుటయం దెక్కువసమర్థములై యున్నవి. అందుచేత వానితలములందు మంచుదట్టముగా నేర్పడియుండునని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

కుండలులును, ఉపగ్రహములును తప్ప శనిగ్రహమునకు ప్రత్యేకత యేమియును లేదు. గ్రహములన్నిటినలెనే

యిదికూడ సూర్యనిచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నది. దాని సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనునకు 5.96 మైళ్ళు. గురుగ్రహముకంటె భూమికిదూరముగా నుండుటవలనను, దానికంటె తక్కువ పరిమాణముగలదియగుట చేతను గురుగ్రహమంత యెక్కువదీప్తితో శనిగ్రహము గోచరముకాదు. అందుచేత యధాలాభముగా ఆకాశమును తిలకించువారికి ప్రాముఖ్యమైన నభోమూర్తిగా నది స్ఫురింపదు. కాని వ్యక్తికంటికది ప్రథమపరిమాణతారవలె గోచరించును. కాబట్టి జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల సులువుగా దానిని కనుగొనవచ్చును.

గురుగ్రహమువలెనే శనిగ్రహముకూడ ధ్రువములదిశగా కొంచెమమమబడియున్నది. ఈగ్రహతలమునందుకూడ, అంత స్పష్టముగా గాకపోయినను, గురుగ్రహతలమునందువలెనే గ్రహమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ మండలములు, అక్కడక్కడ కొన్నికాంతిహీనమైనలక్ష్మములును గోచరించును. ఈగ్రహము చుట్టునుకూడ దట్టమైన వాతావరణమున్నది. దానిలోని ముఖ్యమైన రచకములు మీథేన్, అమోనియా వాయువులు. కాని గురుగ్రహవాతావరణములో అమోనియావాయు వెక్కువగా నుండగా శనిగ్రహవాతావరణములో మీథేన్ వాయు వధికముగా నున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో

ఆధునికవిజ్ఞానులు దూరదర్శిని సాహాయ్యమున నన్నే పిరిచిన గ్రహములలో మొట్టమొదటిది యురేనస్. 1781 వ



సంవత్సరము మార్చి నెలలో విలియమ్ హెర్షల్ అను ఆంగ్ల విజ్ఞాని దాని నాకస్మికముగా కనుగొనెను.

విలియమ్ హెర్షల్ గొప్పసంగీతవిద్వాంసుడు. సంగీత విద్యాభోధకుడుగా జీవితప్రారంభమునం దాయన మంచి పేరును బడసెను. ఇట్లుండగా శాస్త్రమునందు గభీరపరిష్కాసము నాన్వేషింప వలయునను తమకముఖో తీరికసమయములందు ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథములను చదువుట ప్రారంభించెను. క్రమముగా నా శాస్త్రమందు విశేషపాండిత్యమును బడసి, పిమ్మట సొంత ముగా నిర్మించుకొనిన దూరదర్శినితో గగనావేక్షణమునకు కూడ పూనుకొనెను.

తాను నిర్మించుకొనిన దూరదర్శినితో గగనతలమును క్రమబద్ధముగను, సమగ్రముగను అవేక్షింపవలయునని హెర్షల్ సంకల్పించెను; విన్వీధియందు సంచరించుచు తనదూరదర్శినితో కనపడిన ప్రతిమూర్తి చరిత్రను తెలిసికొనకృతసిశ్చయు డయ్యెను. ఆసంకల్పముతో, నానిశ్చయముతో జెన్నినై రాశి లోనినభోమూర్తుల నవేక్షించుచుండగా 1781 వ సంవత్సరము మార్చి 13 వ తేదీ రాత్రికాలమున నూతనఖగోళమొకటి యాయనకు ప్రత్యక్షమైనది. దూరదర్శిలో చూచినపుడా నూతనఖగోళము దీప్తిమంతమైన చుక్కగాగాక చిన్నబింబముగా గోచరమగుటచే నది నక్షత్రముకాదని యాయన నిశ్చయించు కొనెను. నక్షత్రముకానియెడల ఆఖగోళస్వభావ మెట్టిది? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమునకై హెర్షల్ పండితు డాఖగోళమును రెండుమూలరాత్రులు వరుసగా నవేక్షించి, గగనతలమున

నది స్థిరముగా లేదనియు, సక్షత్రములనుబట్టి క్రమముగా ముందుకు పరుగుచున్నదనియు తెలిసికొనెను. ఈరీతిగా స్వల్ప కాలవ్యవధిలోనే దానిసంచారము దృగ్గోచరమగుటచే అది సూర్యకుటుంబమునకు చెందినమూర్తియే యని భావించి, సూర్యకుటుంబములో నూతన గ్రహములుండుట కవకాశమున్నదను విషయమప్పుడు స్ఫురింపకపోవుటచే అది తోకలేని తోక చుక్కయై యుండనగునని ఆయన తలంచెను. కాని ఆతరువాతి యవేక్షణలవలన దానికక్ష్య తక్కువ వికేంద్రతను చెంది యున్న దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నదని యాయనకు వ్యక్తమైనది. తోకచుక్కల కక్ష్యలు ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందిన దీర్ఘవృత్తములైయుండును గాని తక్కువ వికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములై యెన్నడును నుండవు. అందుచేత నానూతన ఖగోళము సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన నూతనగ్రహమని యాయననిర్ధరించి, యావిషయమును వెల్లడించెను. ఆనూతన గ్రహమే యురేనస్.

హెర్షల్ విజ్ఞాని యురేనస్ గ్రహస్వేషణావిషయమును వెల్లడించినంతనే దేశదేశముల శాస్త్రజ్ఞులును గగనవేధ సమయములో తాము మున్నెన్నడైన నా గ్రహము సనుశీలించుట తటస్థపడిన దేమో పరిశీలింపప్రారంభించిరి. గ్రహకక్ష్య, గ్రహ పరిభ్రమణవేగము నిర్దేశమైనచో, చిన్న లెక్కచేసి ఆ గ్రహ మాకాశములో నేసమయమం దేస్థానముననుండెనో సులువుగా చెప్పవచ్చును. ఒక నిర్దిష్ట సమయములో యురేనస్ గ్రహ మాకాశములో నాక్రమించిన స్థానము నాధారముగాజేసికొని లెక్కలను



వెనుకకు పొడిగించినచో భూతకాలము దేయేసమయములలో నేయేష్ఠానములం దాగ్రహముండియుండెనో మనము గ్రహింప గలము.

హెర్షల్ శాస్త్రజ్ఞునకు పూర్వము ఖగోళవైజ్ఞానికు లెందరో గగనావేక్షణ గావించినారు. గ్రహసంచలనముల నరయుటకేగాక నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకూడ అందు పెక్కురు ప్రయత్నించిరి. నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేయునపుడు దూరదర్శినిని ఆకాశమునైపు త్రిప్పి, ఆపరికర మునం దగపడు నక్షత్రములను ఒక్కొక్కదానినే జాగ్రత్తగా ననుశీలించి, దానిదీప్తిని, గగనతలమున దాని స్థానమును నిర్ణయించి యాఫలితముల నన్నిటిని 'రికార్డు' చేయుదురు. దూర దర్శిని పరికరము నిర్మింపబడుటకు పూర్వమును, అది నిర్మింప బడిన తరువాతనుకూడ నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకై యనేకపర్యాయములు పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించిరి.

దీప్తిక్రమమున ఆరవపరిమాణనక్షత్రమునలె యురేనస్ గ్రహము గోచరించును. అందుచే దూరదర్శినితోచూచినపు డది తప్పక కనబడియుండును. కాని నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేసిన యాశాస్త్రజ్ఞులు దానిని కనుగొనియునుకూడ నక్షత్ర మని భ్రమపడి, దాని నట్లే తమపట్టికలలో రికార్డుచేసి యుందురు. వాస్తవముగా జరిగినదదే. ఆశత్యామందు తయారు చేయబడిన నక్షత్రపట్టికల ననుశీలించగా హెర్షల్ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకుపూర్వము. అధమము 19 సార్లు గునను ఆ గ్రహము గుర్తింపబడినదనియును, కాని ప్రతి

పర్యాయమునుకూడ నక్షత్రముగనే యని పరిగణింపబడినదని యును తెల్లమైనది.

హెన్రీ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకు పూర్వమే యానభోమూర్తి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుల నిశితావేక్షణకు గురియైనదికాబట్టి వేర్వేరుసమయములలో దానిస్థానమును తెలియజేయుకొలతలు, కొంతదీర్ఘవ్యవధిలోకూడ, సిద్ధముగ నున్నవి. ఆకొలతల సాహాయ్యమున యురేనస్ గ్రహకక్ష్యను సులువుగను, నిర్దుష్టముగను నిర్ణయింపవచ్చును. అట్లుగావించుటవలన యురేనస్ గ్రహకక్ష్యకూడ మిగిలిన గ్రహకక్ష్యలవలెనే తక్కువవికేంద్రతను గలిగిన దీర్ఘవృత్తమై యున్నదని వ్యక్తమైనది. కాని అంతటితో నాసమస్య పరిష్కారము కాలేదు. వెంటనే మరియొక సమస్య తలయెత్తినది. 1781 వ సంవత్సరమునుండియు యురేనస్ గ్రహవిషయమున గావింపబడిన అవేక్షణఫలితములు పైరీతిని గణించిన కక్ష్యలో సరిగ నప్పలేదు. అందుచేత యురేనస్ గ్రహమును మరికొంత కాలము జాగ్రత్తగా నవేక్షించి, ఆ అవేక్షణఫలితముల సాహాయ్యముతో దాని కక్ష్యను 1821 వ సంవత్సరమున శాస్త్రజ్ఞులు మరలనిర్ణయించినారు. కాని 1844 వ సంవత్సరము నాటికి కక్ష్యకును ప్రత్యక్షావేక్షణఫలితములకును తిరిగి సమన్వయము కుమర లేదు. ఆసమయమున నాకక్ష్యయందు సిద్ధాంతరీత్యా యేతావున నుండవలెనో సరిగా అక్కడగాక 2' ఎడములో యురేనస్ గ్రహమున్నది. యురేనస్ గ్రహస్థానములో నిట్లు సిద్ధాంతఫలితమునకును ప్రత్యక్షావేక్షణ ఫలితమునకును



వ్యత్యాసముండుటకు హేతువేమిటి ? ఈకారణము నరయుటకై వెంటనే శాస్త్రజ్ఞులు పూనుకొనిరి.

సూర్యకుటుంబములో నేదైన నొకగ్రహకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములు ఆ గ్రహముపై సూర్యుడు నెరపునట్టి యాకర్షణబలమునుబట్టి నిర్ణీతములగును. సూర్యకుటుంబము లోని యితర నభోమూర్తుల ఆకర్షణబలప్రభావముకూడ ఆగ్రహ కక్ష్య ఆకారపరిమాణములపై కొద్దిగా నుండును; కాని అది అత్యల్పము. అయితే గ్రహకక్ష్యను ఈషణ్ణాత్రమైన వ్యత్యాసములేకుండ సరిగా నిర్ణయింపవలెనన్నచో, ఆ గ్రహముపై సూర్యకుటుంబములోని యితరనభోమూర్తుల ఆకర్షణబలమును కూడ లెక్కలోనికి తీసికొనవలెను. సూర్యకుటుంబమందలి మూర్తులలో సూర్యుని తరువాత ఎక్కువ ద్రవ్యమును కలిగి యున్నవి గ్రహములే. ఏదైన నొక గ్రహకక్ష్యలో వైకల్యమును కలుగజేయుగల సామర్థ్యముకూడ వానికున్నది. ఇక గ్రహము లలో బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ, గురు, శనియుమాత్రమే యురేనస్ గ్రహస్వేషణమునాటికి తెలిసినవి. వీనిలో యురేనస్కు దగ్గరగా నున్నది శని. పరిమాణమునందుకూడ అది పెద్దది. అందువలన యురేనస్ గ్రహముపై శనిగ్రహకర్షణబలము కొంచెమెక్కువగా నుండుననుటకు సందేహములేదు. శనిగ్రహము తరువాత యురేనస్ గ్రహముపై నెల్లవగ నాకర్షణబలమును కలిగియున్నది గురుడు. అపైని మిగిలినగ్రహముల యాకర్షణబలములు గణన లోనికివచ్చును. బ్రహ్మాండములో రెండుమూర్తులు ఒకదానిపై నొకటి నెరపు ఆకర్షణబలపరిమాణము వాని నశిమిదూరమును

బట్టియును, వానిద్రవ్యరాసులనుబట్టియును ఉండునని లోగడ పేర్కొని యుండిమి. అందుచేత యురేనస్ గ్రహముపై యేగ్రహ మెంతవెంత ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచున్నదో, తత్ఫలితముగా యురేనస్ గ్రహకక్ష్య యెంతవైకల్యమును పొందునో లెక్కగట్టి నిర్ణయించుట గణితశాస్త్రకోదవిల కసాధ్యము కాదు. ఈవిధముగా చేసినను గణనఫలితమునకును యురేనస్ గ్రహస్థానములో నేర్పడిన వైకల్యమునకును ఇంకను కొంతభేద ముండెను. దీనికికారణ మేమైయుండునని శాస్త్రజ్ఞులు మరల చర్చించి, తమ లెక్కలో నెట్టి దొసగును లేదుకాబట్టి యురేనస్ గ్రహస్థానమందా వైకల్యము అంతవరకును అన్వేషితము గాని మరియొకగ్రహకర్షణబలఫలితమై యుండునని నిర్ధరించిరి.

యురేనస్ గ్రహముపై ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింప జేయుచు అంతవరకు ననన్వేషితమైయున్న ఆ గ్రహము యురేనస్ న కెంతదూరముననున్నది? అది యురేనస్ గ్రహమున కీవల శనిగ్రహమువైపున నున్నదా? లేదా ఆనల్లవైపున నున్నదా? దానిద్రవ్యసంచయ మెంత? దానికక్ష్య ఆకారపరిమాణాదు లెట్టివి? ఈప్రశ్నల కుత్తరములను బడయుటకై ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని లీవ్రెయిర్, ఆంగ్లదేశవిజ్ఞాని ఏడమ్సుకూడ వేర్వేరుగా పరిశోధనలుగావించి 1845 వ సంవత్సరాంతమునకు తమ లెక్కలను పూర్తిచేసిరి. వారి లెక్కలవలన ఆనూతనగ్రహము యురేనస్ గ్రహమునకు శనియున్నవైపునగాక రెండవవైపున నుండుననియును, దానిపరిమాణ మించుమించు యురేనస్ గ్రహపరిమాణమంత యుండుననియును తేలినది. అంతేగాక



ఆ గ్రహకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములు కూడ నిర్ణీతములైనవి. లీవ్రెయిర్ శాస్త్రజ్ఞుని సిద్ధాంతఫలితముల నాధారముచేసికొని 1846 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు 23 వ తేదీని డార్ట్ ము గెలి అను జర్మనీదేశఖగోళవిజ్ఞాని ఆ గ్రహమును ప్రత్యక్షముగా నవేక్షించెను. అదియే నెప్ట్యూన్.

నెప్ట్యూన్ గ్రహస్వేషణ శాస్త్రసిద్ధాంతభాగమునకు ఘనమైన విజయము.

యురేనస్ గ్రహ సంచలనమందు ద్యోతకమైన వ్యత్యాసములు చాలవరకు నెప్ట్యూన్ గ్రహకర్షణబలమువలన కలిగినవే. అందుకు సందేహమేమియును లేదు. కాని నెప్ట్యూన్ గ్రహము కలుగజేయజాలని వ్యత్యాసములు కొన్నియింకను యురేనస్ గ్రహసంచలనమందున్నట్లు 20వ శతాబ్ద ప్రారంభములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఈవ్యత్యాసములు నెప్ట్యూన్ గ్రహమున కావలనున్న మరియొక గ్రహమువలన నేర్పడుచున్నవనకూడ వారు నిర్ణయించి, ఆ గ్రహస్వేషణకై పూనుకొనిరి. వీరిలో పెర్సివల్ లోవల్ ముఖ్యుడు. ఆస్టెరాాయిడులను కనుగొనుటకై ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రస్తుత మనుసరించుచున్నారని లోగడ గ్రహించియుంటిమి. సరిగా నదేపద్ధతిని నెప్ట్యూన్ కావల నున్న గ్రహము నన్వేషించుటకుకూడ నాయన యవలంబించెను. 1906 నుండి 1929 వ సంవత్సరమువరకు, నడుమనడుమ కొంతకాల మాపివేసినను, ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కాయన ప్రయత్నించెనుగాని తన్నిమిత్తమై యాయన యుపయోగించిన

పరికరము లంతగా అధికీకరణసామర్థ్యముగలవి కాకపోవుటవలన నవి ఫలించలేదు. ఆతరువాత మిక్కిలి సామర్థ్యముగల పరికరముతో నా గ్రహన్వేషణకు టోమ్బాగ్ అనునొక యువక విజ్ఞాని పూనుకొని, 1930 వ సంవత్సరము జనవరి నెలలో దానిని జెమినైరాశిలో కనుగొనెను. ఈనూతనగ్రహమే ప్లూటో. ఇంతవరకు మానవునకు తెలిసినగ్రహములలో సూర్యకుటుంబమున కిదియే చిట్టచివరనున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటోగ్రహములు మూడును శనిగ్రహమున కావలవకుసగానున్న కక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి. వీనిపరిభ్రమణకాలములు వరుసగా 84.015, 164.788, 247.697 సంవత్సరములు. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములకంటె ప్లూటోగ్రహము పరిమాణము నందు చిన్నది. భూమికి చాలదూరమున నుండుటచేతను, పరిమాణమందు చిన్నదియగుటచేతను, ఇటీవలనే కనుగొనబడిన దగుటవలనను ప్లూటోగ్రహమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞుల కంతగా నేమియు తెలియదు. ప్లూటోగ్రహము 15 వ పరిమాణతారవలె దూరదర్శినితో చూచినపుడు గోచరమగును. సూర్యకుటుంబములోని గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ దానికక్ష్య యెక్కువవికేంద్రతను చెందియున్నది ; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగకూడ నున్నది. సూర్యునినుండి ప్లూటోగ్రహముయొక్క సరాసరిదూరము నెప్ట్యూన్ గ్రహముయొక్క సరాసరిదూరముకంటె ఎక్కువే



యైనను, పుల్లాటోగ్రహకక్ష్య యొక్క వికేంద్రమై యుండుట చేత, నీచస్థితిలో నున్నపుడు నెప్ట్యూన్ గ్రహముకంటె పుల్లాటో గ్రహము భూమికిచేరువగా నచ్చును. పుల్లాటోగ్రహస్వేషణానంతర మది తొలిసారిగా 1989 వ సంవత్సరములో సంభవింప నైయున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులు ఇంచుమించు గురు, శనిగ్రహముల పరిస్థితులను పోలియున్నవి. గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములను నాలుగింటిని చేర్చి 'బృహస్పతిగ్రహముల'నియును, శేషించినగ్రహములను 'భౌమ్యగ్రహముల'నియును తరచుగా వ్యవహరింతురు. భౌమ్య గ్రహములకంటె బృహస్పతిగ్రహము లధికద్రవ్య సంయుతములైనవి. బృహస్పతిగ్రహముల న్నీటిని పరివేష్టించి దట్టమైన వాతావరణమున్నది. ఈవాతావరణమందలి ముఖ్యమైన రచకములు అమోనియా, మీథేన్లు. గురుగ్రహవాతావరణముకంటె శనిగ్రహ వాతావరణములోను, దానికంటె యురేనస్ గ్రహ వాతావరణములోను దానికంటె నెప్ట్యూన్ గ్రహవాతావరణములోను మీథేన్ వాయువుపాలు క్రమముగా హెచ్చును. గురు గ్రహమునుండి నెప్ట్యూన్ గ్రహమునకు పోయినకొలదియు నీగ్రహముల యుపరితలతాపక్రమములు క్రమముగా తగ్గుటయే దీనికి కారణము. ఈవిధముగా తాపక్రమము క్షీణించుటవలన వాతావరణముయొక్క పైపొరలందున్న అమోనియావాయువు ద్రవీభవింప, అడుగుపొరలందున్న మీథేన్ వాయువు బాగుగా

కనపడును. మీఠే వాయుభాగమున కడుగున క్రమముగా హైడ్రోజని, మంచుపొరలున్నవి; వానియడుగున కర్కశము, అశీతలమునైన శిలామండలములు గలవు.

ఇంతవరకు యురేనస్ నకు అయిదు ఉపగ్రహములును, నెప్ట్యూన్ కు రెండు ఉపగ్రహములును ఆవిష్కృతములైనవి. యురేనస్ ఉపగ్రహములలో 5 వ దానిని, నెప్ట్యూన్ ఉపగ్రహములలో 2 వ దానిని ఇటీవలనే క్యూపర్ అను అమెరికా దేశవిజ్ఞాని కనుగొనెను. యురేనస్ గ్రహముయొక్క ఉపగ్రహముల కక్ష్యాతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు ఇంచుమించు లంబవిశయమన్నవి. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములు రెండునుకూడ పడమరనుండి తూర్పునకే పరిభ్రమించుచున్నవిగాని వానిఉపగ్రహములలో కొన్నిమాత్రము తూర్పునుండి పడమరగా ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవి.

గ్రహములకును ఉపగ్రహములకును సంబంధించిన వివరములు రెండవ అనుబంధములోని పట్టికలవలన తెలియనగును.

**శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్**

**తేలపోల్ల. (కృష్ణా జిల్లా.)**



## తోక చుక్కలు

నభోమూర్తులలో తోకచుక్కలంతగ ఆకర్షణీయమైనవి మరీ లేవు. కాంతిమంతమైన తలతో, సుదీర్ఘమైనతోకతో నల్లని యాకాశమున ప్రత్యక్షమగు నామూర్తి యేమి మనోహర దృశ్యము ! భూలోకమున సన్నిహితభావికాలమందేదో గొప్ప యాపద సంభవింపనున్నపుడే శకునపక్ష్యులై ఆకాశమున తోక చుక్కలు ప్రత్యక్షమగుచుండునని ప్రాచీనులువిశ్వసించెడివారు. కాని వారివిశ్వాసమున కాధారములేదు. తోకచుక్కలపు రూపములుకావు ; అనిదీర్ఘకాలవ్యవధిలోకనిపించునవికూడ కాదు. ఒకటో, రెండో తోకచుక్కలను ప్రతిసంవత్సరము దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించుచునే యుండును. కాని తోకచుక్కలన్నిటికిని మనోహరమైన తోకభాగ మేర్పడకపోవుటవలన సామాన్యమానవుడు వాని యునికిని గమనింపలేడు.

గ్రహములవలెనే తోకచుక్కలుకూడ సూర్యాకర్షణ బలమునకులోనై ఆయునఛుట్టును ప్రతిభ్రమించుచుండును. కాని గ్రహకక్ష్యలకును, తోకచుక్కల కక్ష్యలకును ఆకారములో చాలవ్యత్యాసము గలదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్య లన్నియును తక్కువవికేంద్రతగల దీర్ఘవృత్తములై యున్నవి; కాంతి వృత్తతలమునగాని, దానికి కొద్దియేటవాలుగాగాని ఆకక్ష్యా తలములుండును. తోకచుక్కలకక్ష్యలు పరవలయములుగాని, హెచ్చువికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములుగాని అయియుం

డును ; కొన్ని తోకచుక్కల కక్ష్యలు అతిపరవలయాకారమున కూడ నున్నవి. ఈకక్ష్యలలో నాభియొద్ద సూర్యుడుండును.

తోకచుక్కలలో నెక్కువభాగము పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్నవే. పరవలయ, అతిపరవలయకక్ష్యలు సంవృతములుకాకపోవుటచే అట్టికక్ష్యలలో సంచరించుచున్న తోకచుక్కలు ఒక్కసారిమాత్రమే కనిపించును. సాధారణముగా నీకక్ష్యలతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు మిక్కిలి యేటవాలుగా నుండును. వీనియందు పరిభ్రమించుచున్న తోకచుక్కలలో సగముభాగము గ్రహములవలె పశ్చిమమునుండి తూర్పుదిశగాను మిగిలినవి తూర్పునుండి పశ్చిమదిశగాను సంచరించుచున్నవి.

పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్న తోకచుక్కలవలెగాక దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు పరిభ్రమించుచున్న తోకచుక్కలు మరల మరల గోచరమగును. దీర్ఘవృత్తమెంతగా సాగియున్నను సంవృతమైయుండుటయే అందుకు హేతువు. ఈవిధముగా నీకక్ష్యలందు తిరుగుచున్న తోకచుక్కలు నియత వ్యవధులలో తిరిగి, తిరిగి కనిపించుచుండుటచేత వీనిని 'ఆవర్తి ధూమకేతువులు' అని పేర్కొందురు. వీని యావర్తకాల పరిమాణములు ఇవి సంచరించుచున్న దీర్ఘవృత్తవికేంద్రతను బట్టి యుండును. వీరికక్ష్యలతలములు పర, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలందు సంచరించుచున్న తోకచుక్కలకక్ష్యల తలములంత యెక్కువ యేటవాలుగా క్రాంతివృత్తతలమునకు లేవు. వీనిలో హెచ్చుభాగము పడమరనుండి తూర్పుగనే ప్రయాణముచేయుచున్నవి.



తోక-చుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవా, కావా యనువిషయము కడు వివాదాస్పదమైయున్నది. తోక-చుక్కల పరవలయాకార కక్ష్యలును, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలును కూడ సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంతరాళములో నెక్కువమేర వ్యాపించియున్నవి. ఆకక్ష్యలలో కొద్దిభాగము మాత్రమే సూర్యకుటుంబావధులనడుమ నుండును. అందుచేత దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్న తోక-చుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవేగాని, పర, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలందు చరించుచున్న తోక-చుక్కలు మాత్రము సూర్యకుటుంబము నకు చెందినవికావని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు.

తోక-చుక్కలు సుదీర్ఘములైన తమకక్ష్యలలో సంచరించుచు సూర్యున కత్యంతసామీప్యముననున్న కొలదిదినములు మాత్రమే మనకు గోచరమగును. ఆవిధముగా నవి మనకు గోచరమగు కాలపరిమాణము అన్ని తోక-చుక్కలందును సమానముగా నుండదు; అవి పరిభ్రమించు కక్ష్యలనుబట్టియును, వానివేగములనుబట్టియును నవియుండును.

సూర్యునకు బాగుగాచేరువకు వచ్చి, తోకనేర్పరచు కొనిన పిమ్మటగాని సామాన్యమానవులు వట్టికంటితో చూచి తోక-చుక్కను గుర్తుపట్టలేరు. సుదీర్ఘమైన తమ కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచు సూర్యునకు కొంతచేరువకు వచ్చినపిమ్మటనేగాని దూరదర్శినుల సహాయముతోనైనను శాస్త్రజ్ఞులుకూడ వాని నవేక్షింపలేరు. ఆదిలో తోక-చుక్క మసకగానున్న బింబము నలె గోచరించును. ఇట్లు మసకగానున్న గుండ్రనిబింబమును

‘కోమా’ అని పేర్కొందురు. నక్షత్రములను, గ్రహములను మనము చూచుచునే యుందుము. వాని దీప్తులలో వ్యత్యాసములున్నను, అవి తీర్చిదిద్దిన ఆకారముతో, స్ఫుటమైన దీప్తితో గోచరమగును. కాని కోమా దశలో తోకచుక్కలు మసకగానున్న బింబమువలె అస్పష్టమైన దీప్తితో ప్రత్యక్షమగును. గ్రహనక్షత్రములకును తోకచుక్కలకును దీప్తిలోగల యీవ్యత్యాసము సాధారణముగా జేసికొనియే నక్షత్రమేదో, గ్రహమేదో, తోకచుక్కయేదో ప్రారంభదశలోనే సులువుగా శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహింతురు. కోమాస్థితిలో తోకచుక్కకు తోక యుండదు. ఆతరువాతక్రమముగా తోకచుక్క సూర్యునిసమీపించినకొలదియు ఇంచుమించుగా ఈ కోమా మధ్యభాగమందు ప్రకాశవంతమైన కేంద్రక మేర్పడును. పెద్దపెద్దతోకచుక్కలందైనచో క్రమముగా నీకేంద్రక పరిమాణములోను, దీప్తిలోను మార్పునచ్చును. ఈమార్పు అంతకంటె ముఖ్యమైన మరీ కొన్ని మార్పులకు నాంది. కొన్నిగంటలు, లేదా దినముల తరువాత పొగవంటి ద్రవ్య మాకేంద్రకముపై నేర్పడవచ్చును; అటుపిమ్మట కోమానుండి పలుచని పొరలు బయలుదేరి, తోకగా వ్యాపించును.

తోక యేర్పడినపిమ్మట తోకచుక్కను రెండుగా విభజింపవచ్చును. ఒకటి దీప్తిమంతమైన తలభాగము ; రెండవది తోకభాగము. కేంద్రకము తలభాగమందే యుండును. అది సాధారణముగా నక్షత్రమునుపోలి యుండునుగాని ఏదశలోను కూడ నక్షత్రమంత స్పష్టముగా నుండదు. తోకకు కారణ



భూతమైన పల్చనిద్రవ్యము కేంద్రకము నావరించియుండుట వలననే కేంద్రకము మనకగా గోచరించునని శాస్త్రజ్ఞు లభి ప్రాయపించుచున్నారు. తోకచుక్క తలభాగవ్యాసము 30,000 నుండి 10,00,000 మైళ్ళవరకుకూడ నుండును.

కేంద్రకము ననుసరించి పొడుగుగా వ్యాపించినభాగము తోక. సభోమూర్తులలో తోకచుక్కలకు ప్రత్యేకతను కలిగించిన దీతోకభాగమే. తోకచుక్క సూర్యునకు రమారమి 25,00,00,000 మైళ్ళ దరిదాపునకు వచ్చినపిమ్మట సామాన్యముగా తోకయేర్పడును. కేంద్రకముయొక్క దీప్తికంటె తోకయొక్కదీప్తి మిక్కిలి తక్కువ. తోకచుక్క ద్రవ్యమంతయు కేంద్రకములో కేంద్రీకృతమై, తోకలో పలుచనైయుండుటయే అందుకు హేతువు. కేంద్రకమునుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు తోకలోని ద్రవ్యసాంద్రత తగ్గును కాబట్టి తదనుగుణముగా దానిదీప్తికూడ క్రమముగా క్షీణించి చివరకు తోక ప్రదేశములో నీనమైపోవును.

తోకచుక్కలన్నిటికిని తోకలుండవు ; తోకచుక్కలలో నట్టివాని సంఖ్యయే యెక్కువ. కేంద్రకము, దానినిచుట్టి మనకగానున్న కొన్నిపోరలు ఆసమయములో దానిభాగములు. ఇక తోకలున్న తోకచుక్కల తోకలపరిమాణములలోకూడ చాల వ్యత్యాసము లుండును.

తోకచుక్కకేంద్రకమందలి ద్రవ్యమంతయు అఖండీతముగా నుండదు; ఒకదాని కొకటి కొంతయెడమగానున్న ఘనద్రవ్యఖండములు తమ పరస్పరాకర్షణబలముచే కూడుకొని

కేంద్రకమందును. తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియును ఈఘనద్రవ్యఖండములనుండి కొన్ని వాయువులును, సన్నని రజమును అమితవేగముతో పైకివచ్చి కోమాగా నేర్పడును. ఈవాయువులు కొంతవరకు సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటవలనను, తమపై పడిన సూర్యకాంతిని శోషించితిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతులను హెచ్చుగా ప్రసరించుటవలనను ప్రకాశించుచున్నవి.

సాధారణముగా కేంద్రకభాగమునుండి వాయువులు బయల్పడలినంతనే సూర్యకాంతిప్రేషముచే నవి సూర్యునకు విముఖదిశగా నెగురగొట్టబడి తోకగా నేర్పడును. కేంద్రకభాగమం దేర్పడు వాయువుల పరిమాణము తోకచుక్క సూర్యుని



### 34 వ చిత్రము

తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియు దానితోకనిడిబ క్రమముగా వృద్ధిచెందును; అదిసూర్యునినుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు దానితోక పొడుపు క్రమముగా క్షీణించును.



సమీపించినకొలదియు సధికమగునుగాన తదనుగుణముగా తోక నిడివికూడ వృద్ధిచెంది తోకచుక్క నీచస్థితియందున్నపు డది గరిష్ఠపరిమాణమునుపొందును. తోకచుక్క సూర్యనినుండి దూరముగా పోయినకొలదియు తోక నిడివికూడ క్షీణించును. తోకచుక్కల తోకలు తమపైపడిన సూర్యకాంతిని శోషించి, తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతిలను ప్రసరించుటవలననే ప్రకాశించుచున్నవి.

తోకచుక్కలను వర్ణమాలాదర్శినులతో ననుసీలించి, వానిలోని వాయువ్రలందు కర్బనము, నైట్రోజని హైడ్రేట్, సైనోజిన్, మీథేన్, హైడ్రాక్సెల్ అను పరమాణుసముదాయములున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి.

తోకచుక్క లల్పద్రవ్యమూర్తులు. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులకంటె వానిద్రవ్యరాసులు మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత బృహస్పతిగ్రహముల సమీపమునకు వచ్చుట తటస్థపడినపుడు ఆ గ్రహములు నెరపు నాకర్షణబలప్రభావమున కవి లోనగునా; తత్ఫలితముగా వానికక్ష్యలు వైకల్యమును పొందును. ఈరీతిగా గ్రహములు తోకచుక్కలపై ప్రభావమును కలిగియున్నను, అన్ని గ్రహముల ప్రభావము ధూమకేతువు లన్నింటిపైనను సమానముగా నుండదు. ఆయా ధూమకేతు కక్ష్యలనుబట్టి, అవి యేగ్రహమున కెక్కువచేరువగా వచ్చుట తటస్థపడునో ఆ గ్రహము దానిపై యెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండును. ఈప్రభావము ననుసరించి 80 సంవత్సరములకంటె తక్కువ ఆవర్తనకాలముగల ధూమకేతువులను నాలుగుతరగములుగా

శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గ్రహములలో బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ గ్రహముల ద్రవ్యరాసు లంతయెక్కువగావు. అందుచేత తోక చుక్కలపై నవియెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండలేవు. ఇక గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ లుమాత్రమే యెక్కువ ద్రవ్యమును కలిగియున్నగ్రహములు. కాబట్టి అవిమాత్రమే తోకచుక్కలపై నెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండును. అందుచే నీ నాలుగు తరగతులకు నీ నాలుగు గ్రహములపేర్లను పెట్టిరి.

గురుగ్రహకుటుంబమునకు చెందిన తోకచుక్కలసంఖ్య చాలహెచ్చు. 80 సంవత్సరములకు తక్కువ ఆవర్తనకాలము గల 60 ధూమకేతువులలో 50 ఈకుటుంబమునకు చెందినవే. ఈకుటుంబమునకు చెందిన ధూమకేతువుల ఆవర్తనకాలములు 3.3 మొదలు 8.9 సంవత్సరములవరకును నుండును. ఇక శని గ్రహకుటుంబములో నాలుగు, యురేనస్కుటుంబములో రెండు, నెప్ట్యూన్కుటుంబములో తొమ్మిదియును తోకచుక్కలున్నవి. నెప్ట్యూన్కుటుంబమునకు చెందిన తోకచుక్కల ఆవర్తనకాల ములుచాలహెచ్చు. 70.09 సంవత్సరములవరకును ఆ యావర్తన కాలములుండును. హేలీ ధూమకేతు వీతరగతికి చెందినదే.

తోకచుక్క లన్నియు ప్రారంభమున దీర్ఘపరిభ్రమణ కాలము గలవియైయుండును. ఆతరువాత వేర్వేరుగ్రహముల ఆకర్షణబలములవలన వానికక్ష్యలలో వైకల్యము లేర్పడి, అవి సంకుచింప, చివరకు తోకచుక్కలు స్వల్పపరిభ్రమణకాలము గలవిగా పరివర్తన మొందును. కాని ఆస్థితిలోకూడ నవి స్థిర ముగ నుండలేవు. బ్రహ్మాండములో నొకపెద్దమూర్తిచుట్టు నొకచిన్నమూర్తి తిరుగుచున్నపుడు, ఒకపరిమితినిమించి చిన్న



మూర్తి పెద్దమూర్తిని సమీపించినయెడల చిన్నమూర్తి శతాధికఖండములుగా విచ్ఛిన్నమగుట తథ్యమని రోషే విజ్ఞాని కనుగొనెను. ఈ అవధికి రోషే హద్దు అనిపేరు. సూర్యునిచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న స్వల్పపరిభ్రమణకాలపు తోకచుక్కలు సూర్యునిచుట్టయిన్న రోషే హద్దులోని కెస్పిడ్ యొకప్పుడు పోకోండనుండలేవు. తత్ఫలితముగా నవి విచ్ఛిన్నమౌగుట తథ్యము. బేలాఘామకేతువు, టెయిలరు ధామకేతువు ఇందుకు తార్కాణములు. బేలాఘామకేతువు 1846 వ సంవత్సరములో విచ్ఛిన్నమైపోయి, టెండుముక్కలుగా విడిపోయి దాని నియతవ్యవధిలో తిరిగి 1852 లో ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత మరల నెన్నడు నది కనపడలేదు. ఈ తోకచుక్కకక్ష్యయును 1872 నవంబరు 27 వ తేదీని కలిగిన ఉల్కాపాతపు కక్ష్యయును సమానమగుటవలన బేలాఘామకేతువు నకును ఈ ఉల్కాపాతమునకును సంబంధమున్నదనియును, ఆ ధామకేతువు విచ్ఛిన్నమౌదగా నేర్పడిన ద్రవ్యఖండము లీయుల్కాపాతముగా నేర్పకుచున్నదనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధారించినారు. ఇదే విధముగా బ్రోర్స్, టెంపిల్ మున్నగు కొన్ని ముఖ్యమైన తోకచుక్కలకూడ నేకు అదృశ్యమై వాని కక్ష్యలలో, వాని నియతవ్యవధులలో ఉల్కాపాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి. ఈ ప్రత్యక్షప్రమాణములవలన అల్పపరిభ్రమణకాలములు గల ధామకేతువులు కాలము గడచిన కొలదియు ఉల్కాసమూహములుగా పరివర్తనమొందానని మనమూహింపవచ్చును.

## ఉల్కలు

గ్రహములననుమనున్న అంతరాళములో అత్యల్పపరిమాణముగల ద్రవ్యఖండము లనేకములుగలవు. ఇవి యెట్లేర్పడిననో శాస్త్రజ్ఞులకుకూడ నిశ్చయముగా తెలియదు. సూర్యకుటుంబజననసమయమందు గ్రహములుగా నేర్పడగా శేషించిన ద్రవ్యరజశే యీద్రవ్యఖండములని పలువురి యభిప్రాయము. ఇక ననుక్షణము మరికొన్ని ద్రవ్యఖండములు సూర్యకుటుంబమున కావలనున్న ప్రదేశమునుండి వచ్చి వీనిని చేరుచున్నవి. సూర్యకుటుంబపు టవధులందుండుటచే నివి యన్నియు సూర్యాకర్షణమునై ఆయనచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచుండును. ఉల్కలుగా మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్న వీద్రవ్యఖండములే.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులందెల్ల అల్పద్రవ్య సంయుతములైనవి ఉల్కలు. వానిపరిమాణములు చిన్నబటానీ గింజమొదలు పెద్ద బండరాఝివరకు నుండును. సూర్యకుటుంబమునకుచేరిన గ్రహములు, ఉపగ్రహములువలెనే ఉల్కలుకూడ స్వయంప్రకాశకములుగావు. గ్రహములును, ఉపగ్రహములును పరిమాణముతో కొంచెము పెద్దవగుటవలన తమపై పడిన సూర్యకాంతిచే ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. కాని ఉల్కల పరిమాణములు మిక్కిలి తక్కువయగుటవలన పరావర్తన కాంతి కోసవి ప్రకాశింపజాలవు. అందుచేత భూవాతావరణమున కావల ఆకాశములో నెక్కడనోయున్న తమకక్ష్యలలో సంచ



రించుచున్నంతకాలము వానిని మనము చూడలేము. ఇక ఉల్కలును, భూమియును కొంతచేరువకువచ్చుట తటస్థించినపుడు, ఉల్కలు భూమ్యాకర్షణబలమునకుతోనై భూమివైపుపడుట సంభవించును. ఆసమయములో భూవాతావరణ మొసగెడి రాసిడికి వానితాపక్రమము హెచ్చి, అవి ఉష్ణలస్థిని పొందగా భూమివైపుపడుచున్న ఆ ఉల్కలు కాంతిరేఖలవలె ఆకాశమున కడ్డముగా గోచరించును. ఉల్కలను మనము చూడగలుగుచున్న దీప్తితోనే. ప్రతిదినము రమారమి రెండుకోట్లనలుబది లక్షల ఉల్కలు భూవాతావరణమును చేరుకొనుచున్నవట !

ఉల్కలు సామాన్యముగా భూతలమునకు 60, 70 మైళ్ళ యెత్తుననున్నపుడు మొట్టమొదట కనపడును. ఉల్కల ద్రవ్యసంచయములు మిక్కిలి తక్కువైనచో భూవాతావరణమునుదాటి భూమినిచేరుకొనుతోపుననే అవి పూర్తిగా ఆవిరియై నశించిపోవును. చాలవఱకు ఉల్క లిట్టివే. కాని కొన్ని పెద్ద పెద్ద ఉల్కలు వాతావరణముద్వారమున ప్రయాణముచేయుటతో పూర్తిగా నాశనము నొందవు. వాతావరణములో ప్రయాణము చేయుచున్నపుడు ఆవిరియైపోగామిగిలిన వానిభాగములు భూపతనమగును. ఇట్లు ఉల్క భూపతనమగునపుడు కఠోరమైన శబ్దము జనించును. హెచ్చువేగముతో నవి భూమిపై పడుటచేత అవిపడిన తావులందు లోకైన పెద్దగోతు లేర్పడును.

ఉల్క ఆకారమందెట్లుండునో 19 వ పటమునుబట్టి గ్రహించవచ్చును. సామాన్యముగా ఉల్క ఉపరితలమందు అతి పలుచనైన నల్లని పొరయుండును. కొన్ని ఉల్కలం దీపొర బూడిదరంగుగా నుండుటకూడ కలదు. ఇక ఉల్కఉపరితల

మెన్నడును నున్నగా నుండదు. ఉల్క భూవాతావరణద్వారమున ప్రయాణముసాగించినపుడు దాని యుపరితలమందలి భిన్న భాగములు భిన్నముగా ద్రవీభవించుటవలన దాని తలమునందు నెఱలేర్పడును. ఉల్క పురోభాగమందున్నయినానెఱలు చిన్నవిగను, లోతుగను, పుచ్చభాగమందున్న నెఱలు విశాలమైనవిగను, మెరకగను నుండును.

ఉల్కలను రసాయనవిశ్లేషణగావించి పరిశీలించుట వలన వానిలో మూడురకములున్నవని స్పష్టమైనది. ఒకరకము ఉల్కలు కేవలము భూమిపై సామాన్యముగాదొరకునట్టి రాళ్ళ రచననే కలిగియున్నవి. మరియొక రకము ఉల్కలలో ఎక్కువగా ఇనుము, కొద్దిగా నికెల్ కలిసియున్నవి. ఇనుము, నికెల్ కూడ ఎక్కువసాంద్రతగల మూలద్రవ్యములగుటవలన ఈరకము ఉల్కలు చాలబరువుగా నుండును. ఉల్కలలో అధికసంఖ్యాకము లిట్టివే. మూడవరకము ఉల్కలు అటు రాతిఉల్కలకును, ఇటు ఇనుపఉల్కలకును మధ్యమనిర్మాణమును కలిగియుండును.

సామాన్యముగా ఒకటి రెండుకంటె నెక్కువ ఉల్కలు ఏకకాలములో కనిపించవు. కాని కొన్నికొన్ని సమయములలో ఉల్కలు జ్వలజ్వలముగా పడును. ఇట్టి వానికి ఉత్కాపాతము లనిపేరు.

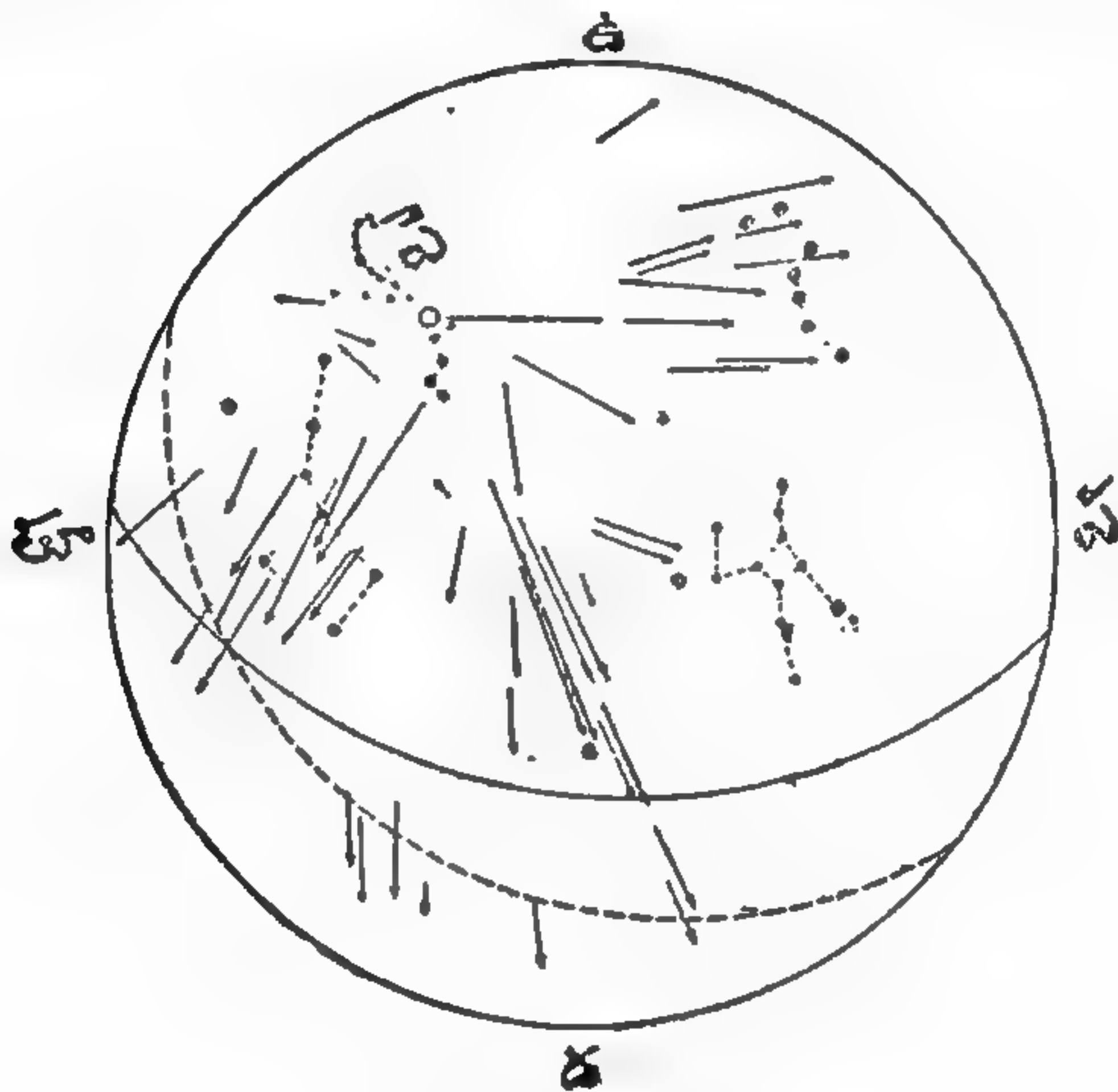
తోకచుక్కలనుగూర్చి చర్చించినపుడు బేలా, టెయిలర్ మున్నగు కొన్ని అల్పపరిభ్రమణకాలముగల ధూమకేతువులు అదృశ్యముకాగా వానిస్థానములో, వాని నియతవ్యవధులందు ఆకాశములో వానికక్ష్యలున్నప్రదేశములనుండి ఉల్కా



పాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవని వివరించియుంటిమి. ఉల్కలు పాతములు అల్పపరిభ్రమణకాలముగల తోకచుక్కలు విచ్చిత్తి పొందుటవలన కలుగుచున్నవి.

ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల్పియునుకూడ ఒకదాని కొకటి సమాంతరముగనున్న దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. ఈ కక్ష్యలను క్రాంతివృత్తి మెచ్చట ఖండించునో ఆస్థానమును భూమి చేరుకొనినపుడు ప్రతి సంవత్సరము ఆయుల్కాపాతము సంభవించుట కవకాశమున్నది. దీర్ఘవృత్తములు సంవృతకక్ష్యలు కాబట్టి ఆకక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచున్న ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు కొన్ని నియత వ్యవధులలో మనకు తిరిగి తిరిగి ప్రత్యక్షమగును. ఆనియత వ్యవధిని ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తనకాలమని పేర్కొందురు. సామాన్యముగా నొక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు ప్రతి సంవత్సరము ఒకనిర్దిష్టసమయమున ప్రత్యక్షమగుచున్నను, ఆయుల్కాపాతనియతఆవర్తనకాలవ్యవధిలో అవి గరిష్ఠసంఖ్యాకములై గోచరమగును. ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు వాని కక్ష్యలందంతటను సమానముగా వ్యాపించియుండక ఒకచోట గుమికూడియుండుటయును, ఆయుల్కల కక్ష్యలను క్రాంతివృత్తి మెచ్చట ఖండించుచున్నదో నాస్థానమునొద్దకు ఆఉల్కలగుంపును, భూమియును కలసి ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తనకాలవ్యవధిలోమాత్రమే వచ్చుటయును అందుకుకారణములు. ఇక ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల్పియు విస్వీధియం దొకే స్థానమునుండి బయలుదేరినట్లుగపడును. ఆస్థానమునకు 'రేడియంట్' అనిపేరు. కాని యీదృశ్యము కేవలము అభి

వ్యక్తమే. రైలుపట్టాలు సమాంతరముగనున్నను, చాలదూరమున నవి కలిసికొనిన టైటుల గోచరమగునో ఆవిధముగనే ఒకఉల్తాపాతమందలి ఉల్కలకక్ష్యలకూడ సమాంతరముగనున్నను అవి ఆకాశములో ఒకబిందువునొద్ద కలిసికొనినట్లుగా



35 వ చిత్రము

పె - పెర్సియస్ రాశి.

పెర్సెడ్స్ అను ఉల్కా పాతముయొక్క రేడియంట్ బిందువు.

హింపవచ్చును. ఆబిందువే రేడియంట్. ఆబిందువునుండియే ఉల్కలన్నియు పడుచున్నట్లుగపడునుగాని వాస్తవముగా నవి యాబిందువునుండి పడుటలేదు.

ప్రకృతిలో రమారమి ఒకవంద ఉల్తాపాతము లున్నట్లు ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఏదైన నొక ఉల్తాపాతము యొక్క వ్యక్తిత్వము ముఖ్యముగా దాని ఆవర్తనకాలమును



బట్టియును, దాని 'రేడియంట్' బిందువునుబట్టియును ఉండును. సాధారణముగా ఉల్కాపాతములకు నామములను వాని 'రేడియంట్' బిందువుల ననుసరించి శాస్త్రజ్ఞులేర్పరచుదు.

ఉల్కాపాతములలో నాలుగు చాలముఖ్యమైనవి. వానికి పెర్సెస్, లైరిడ్, లియోనిడ్, ఏండ్రోమిడ్ అని పేరు.

పెర్సెడ్ ; లేదా ఆగష్టు ఉల్కాపాతము : విన్సీస్ లో పెర్సియస్ రాశియున్న స్థానమునుండి యీ ఉల్కాపాతము ఆగష్టు నెలలో సంభవించుచుండుటచే దీనికి పెర్సెడ్ అనియును, ఆగష్టు ఉల్కాపాతమనియును నామము లేర్పడినవి. ఈ ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల కక్ష్యలను క్రాంతివృత్త మెక్కడఖండించునో ఆస్థానమును ప్రతిసంవత్సరము ఆగష్టు 10 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమి చేరుకొనును. తన్మూలముగా నేర్పడిన సన్నిహితత్వముచే భూమ్యాకర్షణప్రభావ మాసమయమున నా ఉల్కలపై అధికమై యీ ఉల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. ఈ యుల్కాపాతము ఆగష్టు 10, 11 తేదీలలో ఎక్కువగా నుండును. టెల్లూరూమకేతువు విచ్చిన్నమగుటవలన నీ యుల్కాపాతము ప్రాప్తించినదని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

లైరిడ్ : ఆకాశములో లైరారాశియున్న ప్రదేశము నుండి ఏప్రిల్ నెల 19, 23 తేదీల నడుమ నీయుల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. 1861 I తోకచుక్కకక్ష్యతో నీయుల్కాపాతముయొక్క కక్ష్య యేకీభవించియుండుటచే నాతోకచుక్క విచ్చిన్నమై ఈ యుల్కాపాతముగా పరివర్తన మొందినదని విజ్ఞులభిప్రాయపడినారు.

లియొనిషు; లేదా ననంబరు ఉల్తాపాతము : ఉల్తా పాతములందెల్ల నిది పెద్దది. దీని రేడియంట్ బిందువు లియోరాశిలో గలదు. ఈఉల్తాపాతము ననంబరు నెలలో సంభ వించుచుండుటచే దీనికి 'ననంబరు ఉల్తాలు' అని మరియొక పేరు కూడ వచ్చినది. క్రాంతివృత్తమును ఈ యుల్కా పాత కక్ష్యయును పరస్పరము ఖండించుకొనుతావునకు ప్రతిసంవత్స రము ననంబరు 14 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమివచ్చును. అం దుచే ఆసమయముననే యీఉల్తాపాతము సంభవించుచున్నది. కాని యీఉల్తాపాతములోని ఉల్తలన్నియును తమకక్ష్యయందు సమానముగా వ్యాప్తి నొందియుండక ఒకచోట సాంద్రముగను, వేరొకచోట పల్చగను నుండుటచే నీయుల్తాపాతముయొక్క తీక్షణత ప్రతిసంవత్సరము సమానముగ నుండదు. 33 $\frac{1}{4}$  సంవ త్సరముల కొకపర్యాయము ఈఉల్తాపాతములో ఎక్కువసాంద్రత గల భాగమునకు చేరువగా భూమివచ్చుటతటస్థపడును కాబట్టి ఆసమయముననే యీఉల్తాపాతముయొక్క తీక్షణత అధికముగ నుండును. టెంపిల్ ధూమకేతువు విచ్చిన్నమగుటవలన నీ యుల్తాపాత మేర్పడినది.

ఏండ్రోమిషు : బైలా తోకచుక్క విచ్చిన్నమగుట వలన నీఉల్తాపాత మేర్పడినది. కొన్ని సంవత్సరముల వెనుక దనుక ననంబరు 26, డిశంబరు 4 తేదీల మధ్యకాలములో నిది ప్రత్యక్షమగుచుండెడిది కాని ప్రస్తుతముకనిపించుటలేదు. సూర్య కుటుంబములోని యితరగ్రహముల ఆకర్షణవలన దానికక్ష్యలో వెకల్యమేర్పడుటయే అందుకు కారణము. మరికొంతకాలమున కీయుల్తాపాతము మరల ప్రత్యక్షమైన కావచ్చును.



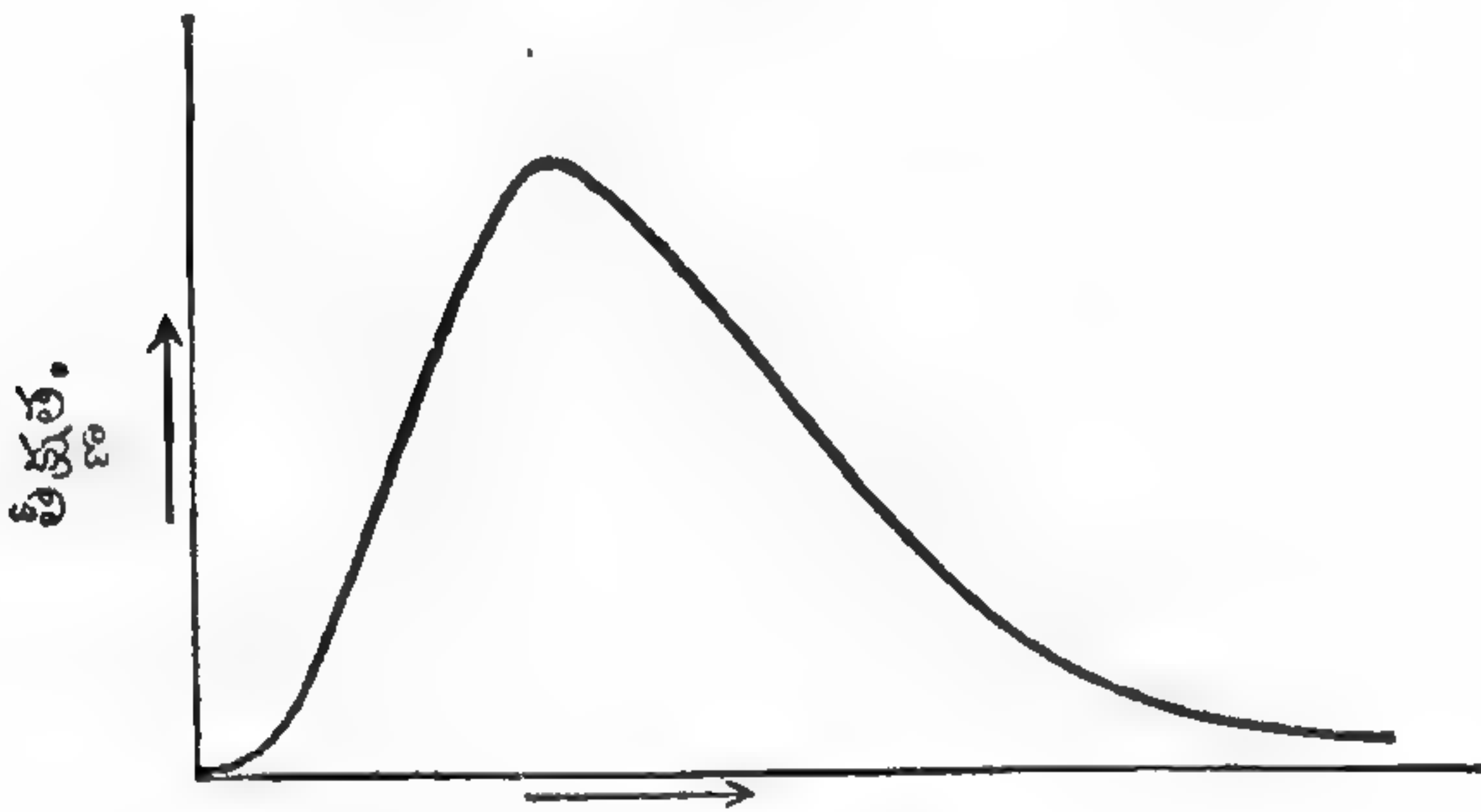
# నక్షత్రములు

## వర్ణమాలావర్గీకరణము

నక్షత్రములన్నియును స్వయంప్రకాశకమూర్తులు. వట్టి కంటికవి సాధారణముగా తెల్లనికాంతిలో తేజర్జిల్లుచున్నట్లు గోచరించును ; అక్కడక్కడ ఒక్కొక్క నక్షత్రము మాత్రము ఎరుపుకాంతిలో ప్రకాశించుచున్నట్లు కనపడును. కాని దూర దర్శినిలో నక్షత్రముల నవేక్షించినయెడల నవి యన్నియు తెల్లనికాంతిలో తేజర్జిల్లుట లేదనియు, నీలి, పసుపు, నారంగ, యెరుపు మున్నగు రంగులలో నవి వేర్వేరుగా ప్రకాశించు చున్నవనియు మనకు స్పష్టమగును. కొన్ని ముఖ్యమైన నక్షత్రము లేయేరంగులలో ప్రకాశించుచున్నట్లు గపడుచున్నచో అనుబంధములో పొందుపఱచుటమైనది.

నక్షత్రము లేరంగుకాంతిలో ప్రకాశించుచున్నచో వట్టి కంటిలో నవేక్షించిగాని, దూరదర్శినిలో పరీక్షించిగాని నిర్దుష్టముగా చెప్పట కష్టము. ముఖ్యముగా ఒకేరంగులోనున్న వేర్వేరుభావలను కన్ను సరిగా గ్రహించలేదు; అందుచేత అట్టి సునిశితమైన యవేక్షణల కనుగుణమైన పరికరమున్నచో మిక్కిలి తోడ్పడును. అట్టిపరికరమే వర్ణమాలాదర్శిని. నక్షత్రకాంతిని వర్ణమాలాదర్శినిలో నవేక్షించినపుడు ఇంద్రదనుస్సునందువలె ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిప్రక్క మరియొకటిచేరి రంగులమాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి నక్షత్రవర్ణమాల యనిపేరు.

సాధారణముగా నక్షత్రములన్నింటి వర్ణమాలలలోను ఊదా మొదలు ఎరుపువరకును గల రంగులన్నియు నున్నను ఏ యొకనక్షత్రవర్ణమాలలోను అన్నిరంగులు సమానతీక్షణతను కలిగియుండుటగాని, లేదా వేర్వేరు నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఏదైన నొకరంగు సమానతీక్షణతను కలిగియుండుటగాని జరుగదు. నక్షత్రముల వర్ణమాలలను ఛాయాచిత్ర గ్రహణ మొనర్చి, ఆఛాయాచిత్రముల సాహాయ్యముతో నందలి వేర్వేరువర్ణములతీక్షణతలను కనుగొని, యేవర్ణ మెంతతీక్షణము

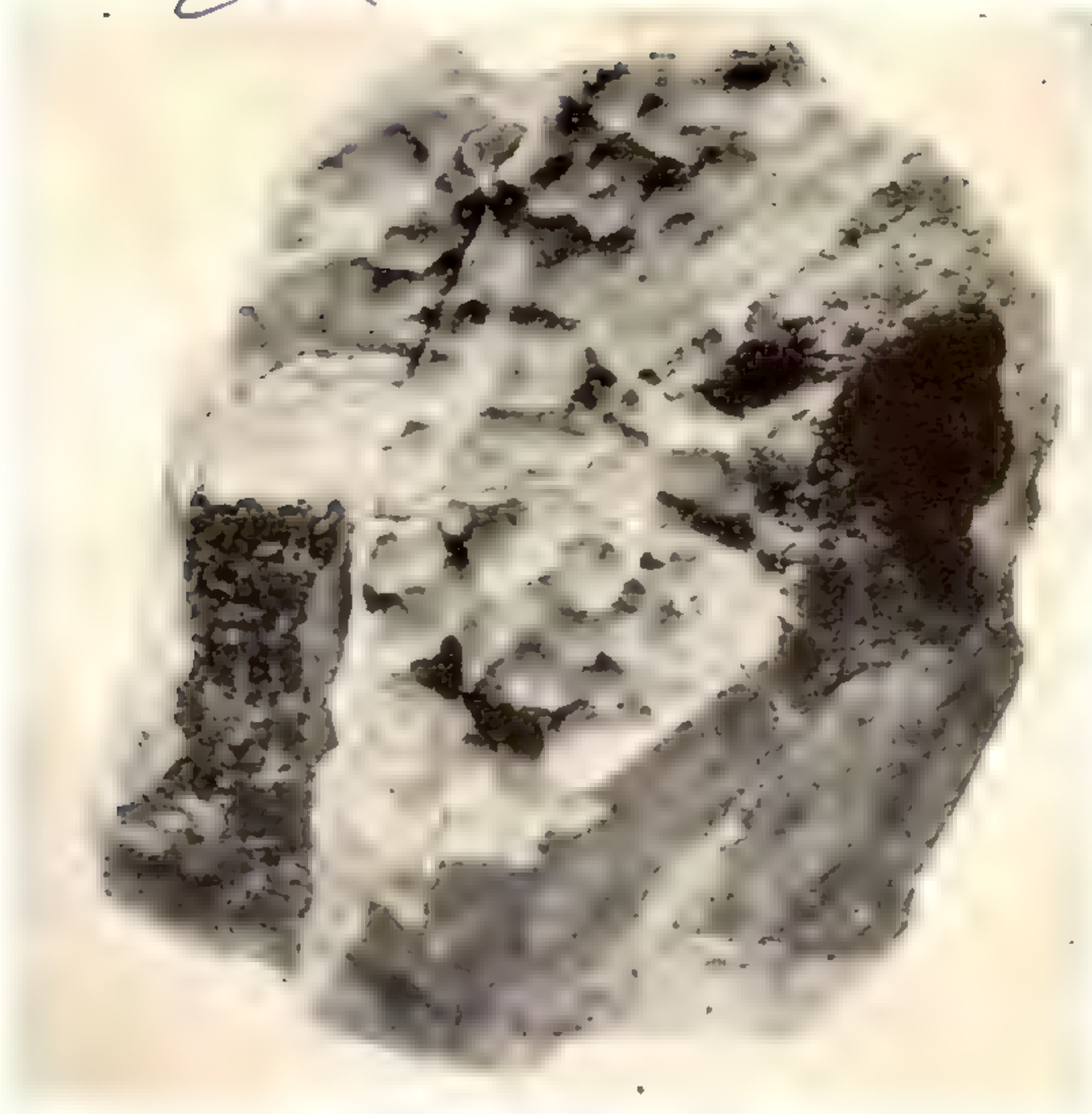


తరంగదైర్ఘ్యము.  
36 వ చిత్రము

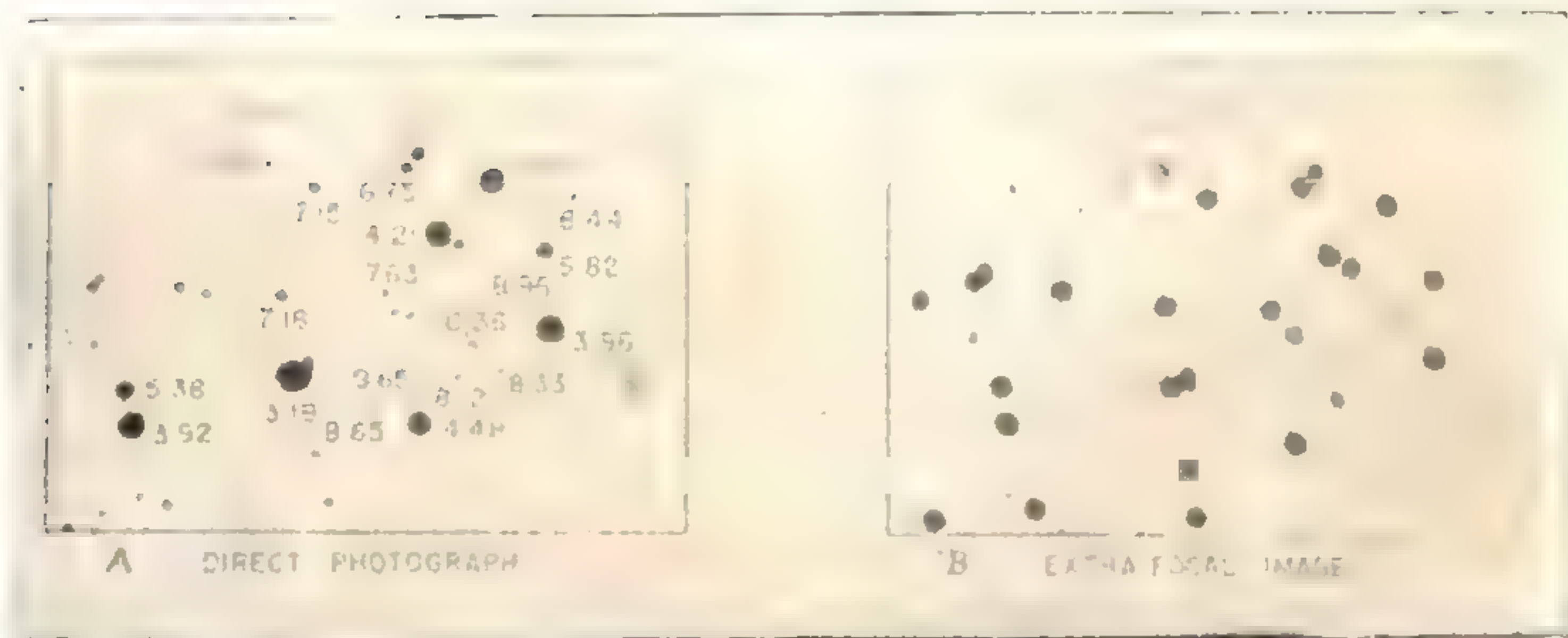
గానున్నదో రేఖాచిత్రమువలన చూపినచో 36 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి వక్రరేఖయొకటి సిద్ధించును. అట్టిరేఖనుబట్టి యొకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఏదోయొకవర్ణముమాత్రమే గరిష్ఠ తీక్షణతను కలిగియుండునని స్పష్టమగును. ఆగరిష్ఠతీక్షణత నేవర్ణము కలిగియుండునో ఆనక్షత్రమారంగుతోనే ప్రకాశించుచున్నట్లు



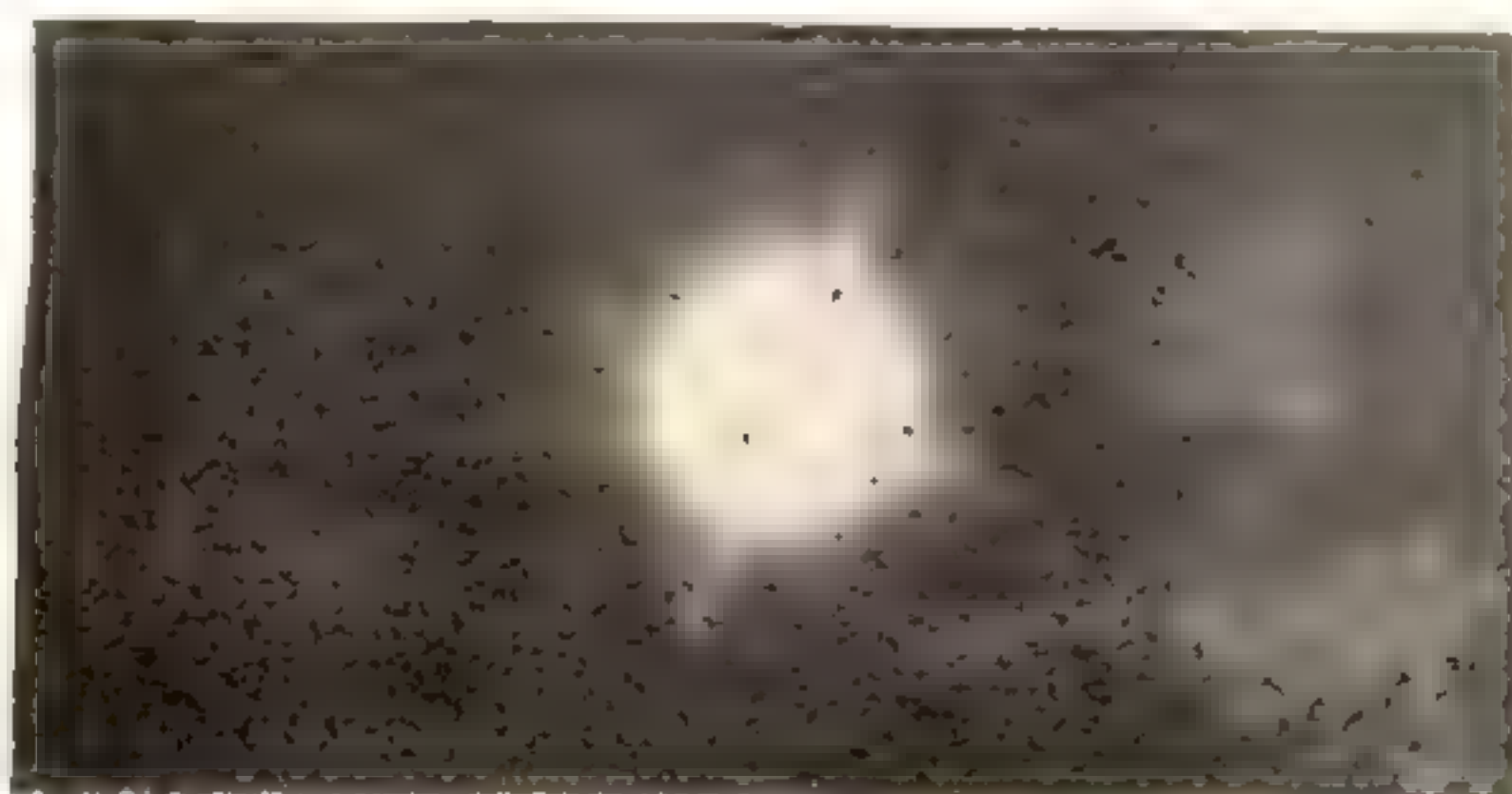
240A



20-వ పటము. అల్ప- (ప్రతి. 283)



20-వ పటము. సెక్షన్లపై మోతాదును కనుగొను పద్ధతులు (ప్రతి. 283)



21-వ పటము. సూర్య సెక్షన్ ముయొక్క ఉత్పత్తి నమూనా (ప్రతి. 283)



7403



23-వ పటము. గోదారీపుంజము-M 13 (పుట. 294)

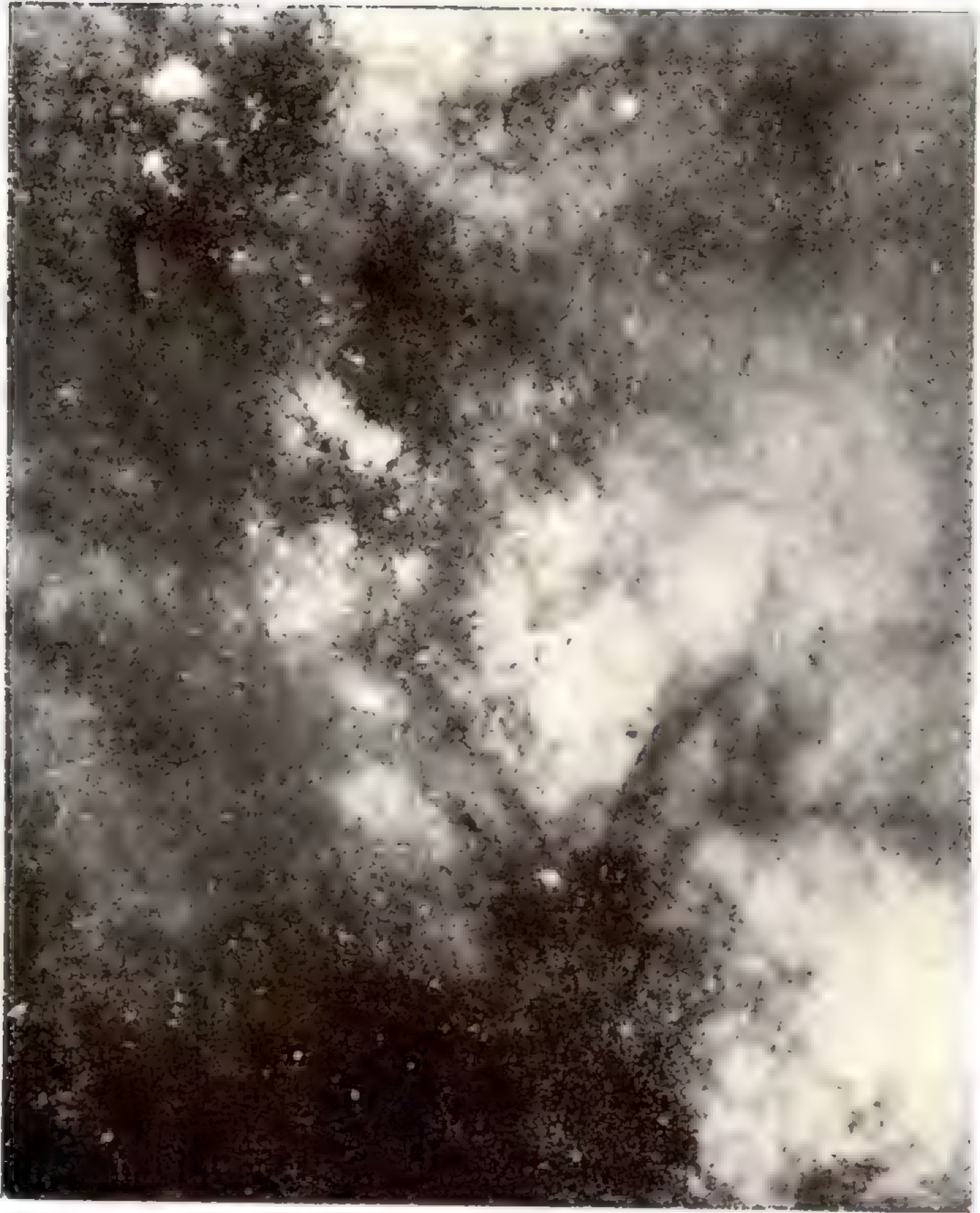
శ్రీ వేమన గృంధాలయం  
తెలదోగ్రా. 1950-51



22-వ పటము. పుష్కరపుంజము. ప్లూమీస్ (పుట. 291)



240C



24-వ పటము. నడిచేరియన్ రాతిలోని నక్షత్రమేఖలు (పట. 285)

240P



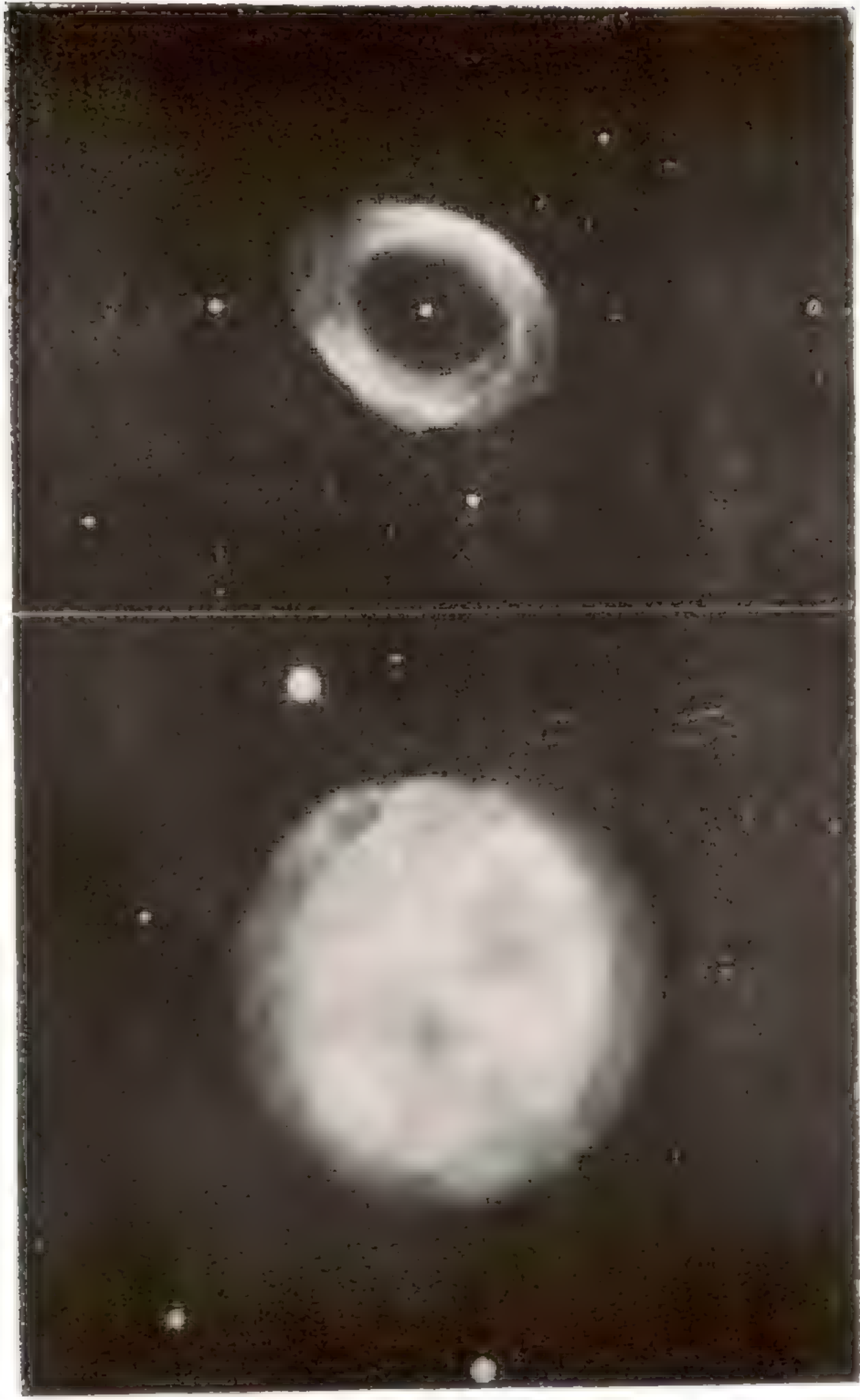
25-వ పటము. అల్పతర మేగిలాన్ నక్షత్రమేఖము (పుట. 296)

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్  
తేలదొక్కల. (శుభాశా.)



గ్రహకర్తానంద పబ్లికేషన్స్

శుక్ర వేమన గౌరవార్చన



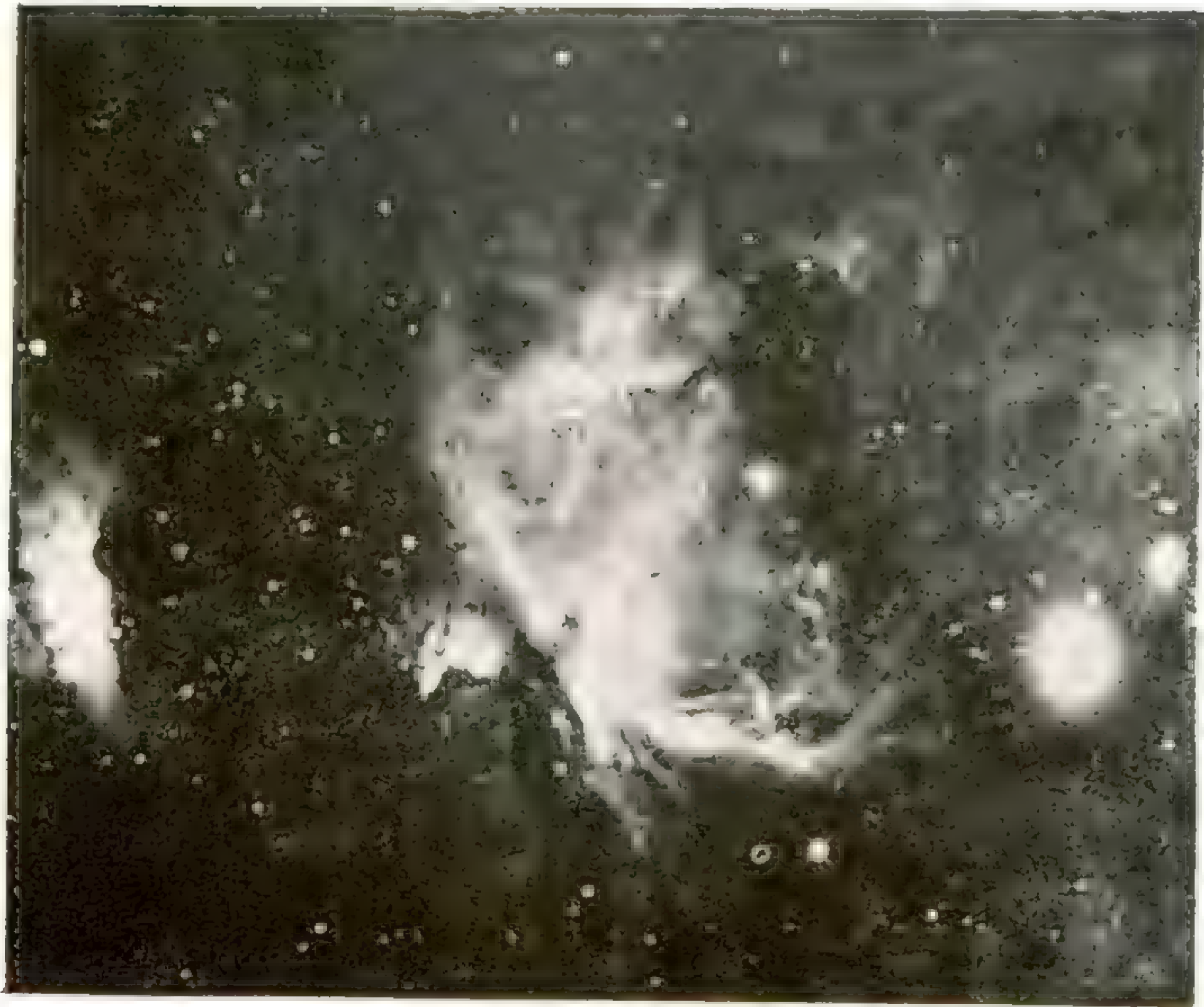
26-వ పుట.

తెలంగాణలోని రంగ నక్షత్రం (పుట. 26)

27-వ పుట.

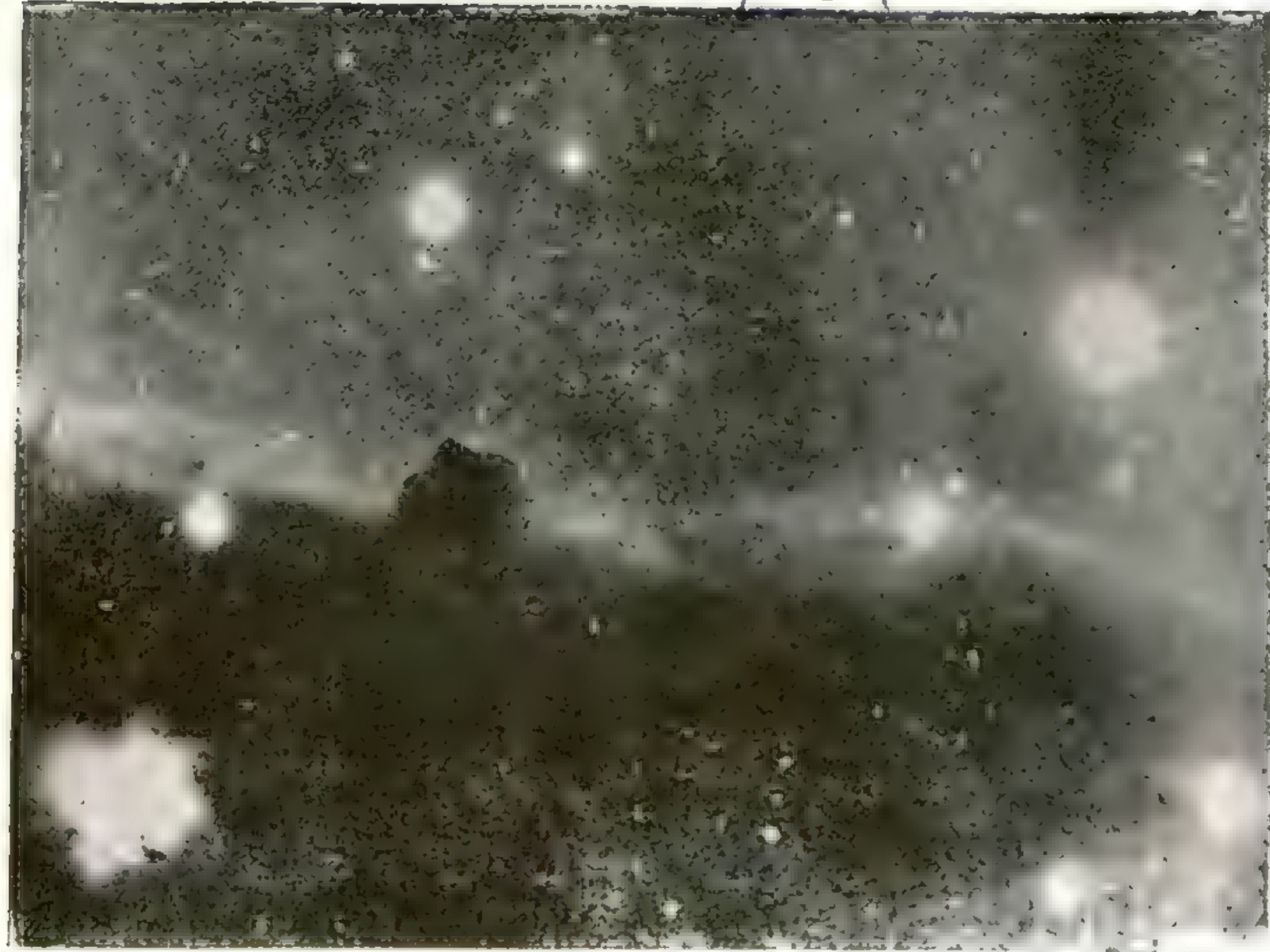
తెలంగాణలోని రంగ నక్షత్రం (పుట. 27)





28-వ పటము.

అర్ధయన్ రాశిలోని గ్రేడ్ నక్షత్రం (పుట. 306)



29-వ పటము.

గుప్తపురి అకారముననున్న నక్షత్రం (పుట. 307)

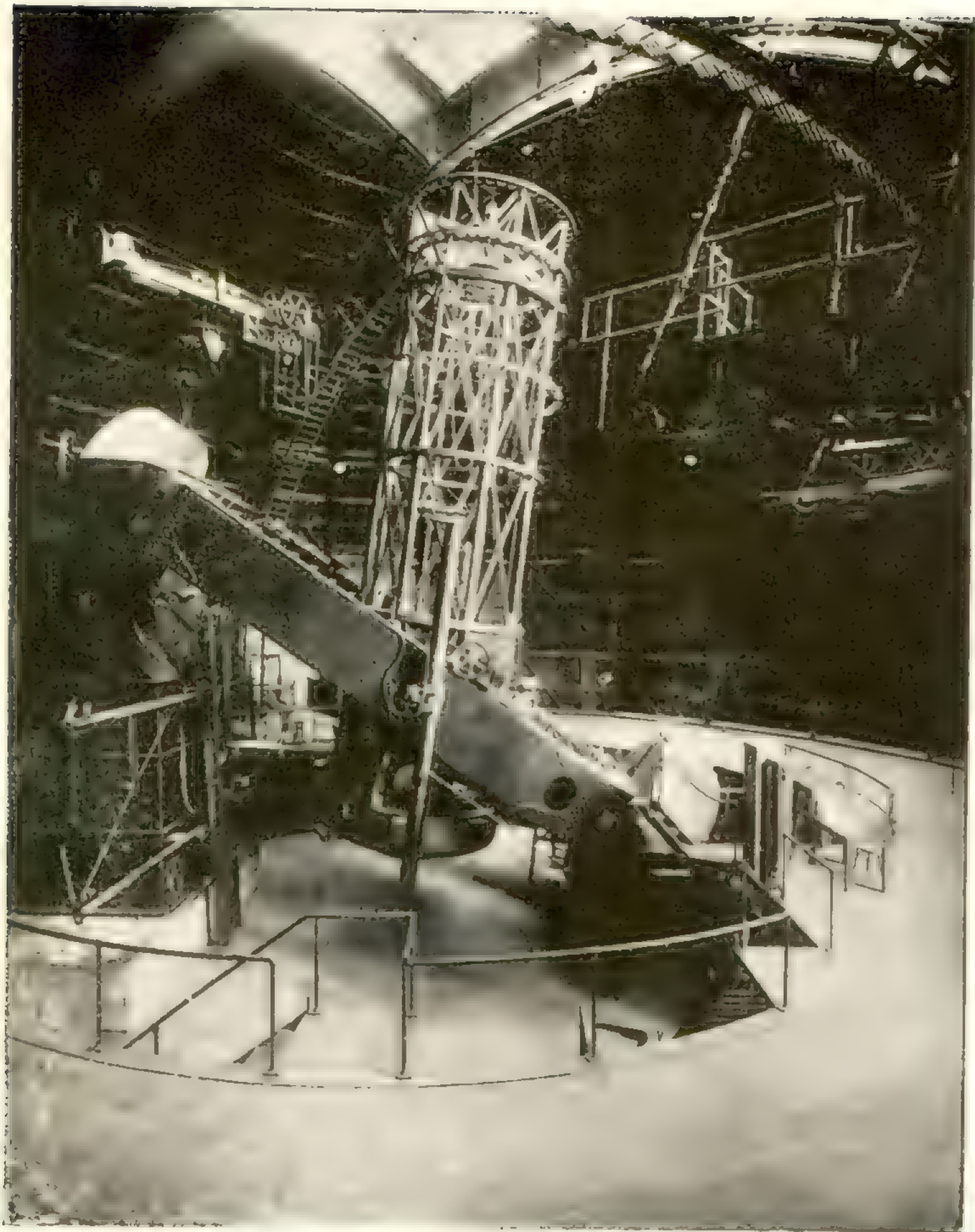
౧౪౦౨







240 H



32-వ పటము. నూతన తుంగభద్రా నదిపై నిర్మితమైనది.

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం  
రెలపాళెం. (కృష్ణా జిల్లా.)



గోచరించును. సూర్యవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్షణమైన వర్ణము పసుపు. అందుచేత సూర్యుడు పసుపు వర్ణముతో ప్రకాశించు చున్నాడని మనము పేర్కొందుము.

నక్షత్రములను వానిరంగులనుబట్టి నీలిరంగు నక్షత్రములు, తెలుపురంగు నక్షత్రములు, పసుపురంగు నక్షత్రములు ..... అని కొన్ని వర్ణములుగా విభజింపవచ్చును. నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఒక్కొక్కరంగు కొంతమేరవరకును విస్తరించియుండి దానిప్రక్కనున్న రంగులోనికి కలిసిపోవుచుండును కాబట్టి ఒక్కొక్కపు డొకవర్ణమునకు చెందిననక్షత్రమును వేరొక వర్ణమునకు చెందిననక్షత్రముగా భ్రమపడుట కవకాశమున్నది. అందుచేత వర్ణములనుబట్టి చేసిన నక్షత్రములవర్గీకరణము కేవలము స్థూలమైనదేయని యంగీకరింపకతప్పదు. అంతకంటెను సునిశితమైనపద్ధతి వర్ణమాలారేఖలనుబట్టిగావించిన వర్గీకరణము.

నక్షత్రములను వర్ణమాలాదర్శినిలో నవేక్షించినపుడు ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు వరుసగా ఒకదాని ప్రక్క నొకటిచేరి యొకవర్ణమాలవలె సాధారణముగా గోచరమగునని పైనిపేర్కొనియుంటిమి. కాని ఆవర్ణమాలాదర్శిని యెక్కువసామర్థ్యముగలదైనచో ఆవర్ణమాలను ఖండించుచు నిట్టినిలువుగనున్న కాంతిహీనమైన ఫ్లాన్ హోఫర్ రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలయంపు వలెనే నక్షత్రవర్ణమాలలందుకూడ కనపడును. నక్షత్రవర్ణమాలలలోని ఫ్లాన్ హోఫర్ రేఖల స్థానమునుబట్టి ఆయానక్షత్రములు దేయే ద్రవ్యములున్నవో, వాని తాపక్రమమెంతయో చెప్పవచ్చును. కాబట్టి నక్షత్రవర్ణమాలల

లోని ఫ్రాన్స్-హోఫర్ కేఖలనుబట్టి నక్షత్రములను నగ్నీకరణ మొనర్చినచో అది యెక్కువ కచ్చితముగా నుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. విలియమ్ హాగ్స్, ఫాదర్ సెన్ ప్రభృతు లీవిషయమై ప్రారంభములో కొంతకృషిచేసిరిగాని అందును గూర్చి యెక్కువ కృషియొనర్చినవాడు అమెరికాదేశవిజ్ఞాని డ్రేపర్. ఆయన రమారమి 40 సంవత్సరములు శ్రమపడి, 22,53,000 నక్షత్రముల నర్ణమాలలను తీసి, యేయేనక్షత్రము లం దేయే ఫ్రాన్స్-హోఫర్ కేఖలున్నవో, వాని తీక్షణత లెంతై తయో తెలియజేయునట్టి 'కేటలాగు' నొకదానిని ప్రచురించెను. దానికి 'నక్షత్రనర్ణమాలల డ్రేపర్ కేటలాగు' అనిపేరు. డ్రేపర్ కేటలాగు నాధారముగా చేసికొని హర్వర్డువేధశాలలో పనిచేయుచున్న ఆనీకేనా అనుయువతి, నక్షత్రములను O, B, A, F, G, K, M, R, N, S అను పనినర్ణములుగా \*విభజించినది. ఈనగ్నీకరణమునే ప్రమాణముగా ప్రసంగవైజ్ఞానికు లందరు నే డనుసరించుచున్నారు.

కాని, O, B, A మొదలైననర్ణములకు చెందినవి చాల నక్షత్రములున్నను వీనిలో నేదో యొకనర్ణమునకు పూర్తిగా చెందక, రెండువరుసనర్ణములకు మధ్యస్థములైయున్న అక్షణములు గల నక్షత్రములకూడ కొన్నియుండును. ఉదాహరణము నకు కొన్ని నక్షత్రములు O వర్ణమునకుగాని B వర్ణమునకుగాని

\*'Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now, Sweet!'

అను వాక్యము ఈవర్ణమాలావర్ణములశేర్లకు వరుసక్రమములో జ్ఞప్తియొ ధించుకొనుటకు బాగుగా తోడ్పడును. ఈవాక్యములోని పదముల మొదటి అక్షరములు వర్ణమాలావర్ణములను వరుసక్రమములో సూచించును.



పూర్తిగాచెందక ఆరెండవర్గములకును మధ్యస్థములైయుండును. అందుచేత ప్రతివర్గమును తిరిగి పదిభాగములుగా శాస్త్రజ్ఞు లొనర్చిరి.  $A_0, A_1, A_2, A_3, \dots A_9$  అనునది అట్టి వర్గకరణమే.  $A_5$  అనువర్గము  $A_0$  వర్గమునకును,  $F_0$  వర్గమునకును సరిగా నడుమనుండును. ఇక నక్షత్రములలో నూటికి తొంబది పాళ్ళు  $B, A, F, G, K, M$  వర్గములకు చెందినవి.

ఈవర్ణమాలావర్గీకరణమునుబట్టి 0 వర్గమునకు చెందిన నక్షత్రములు నీలిగా గోచరమగును. హైడ్రోజని, అయినీకరణము చెందిన హీలియమ్, అయినీకరణముచెందిన ఆక్సిజని, నైట్రోజనులకు సంబంధించిన రేఖలు వీని వర్ణమాలలందు కానవచ్చును. B వర్గమునకు చెందిననక్షత్రములు లేతనీలిరంగు కాంతితో ప్రకాశించుచుండును. వీనివర్ణమాలలలో నెక్కువ తీక్షణమైనవి హీలియంరేఖలు; ఆక్సిజని, హైడ్రోజనులకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో గోచరములగును గాని అవి హీలియం రేఖలంత యెక్కువ తీక్షణమైనవికావు. అందుచేత ఈనక్షత్రములను హీలియమ్నక్షత్రములనికూడ పేర్కొందురు. ఒరయకారానిలోని నక్షత్రము లీవర్గమునకు చెందినవి.

A వర్గనక్షత్రములు తెల్లనికాంతితో ప్రకాశించుచుండును. వేగా, సిరియస్ మున్నగునక్షత్రము లీవర్గమునకు చెందిన తారల పుదాహరణములు. ఈవర్ణమునకుచెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఎక్కువతీక్షణమైనవి హైడ్రోజనిరేఖలు కాబట్టి వీనిని హైడ్రోజనినక్షత్రము లనుపేరుతో వ్యవహరిం

చుటయును కలదు. అయినీకరణస్థితియందున్న ఇనుము మున్నగు కొన్నిలోహములకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో కానవచ్చును.

O, B, A అను మూడువర్ణములకును చెందిన నక్షత్రములను శ్వేతతారలని స్థూలముగా పేర్కొందురు. ఈరీతిగనే స్థూలవిభజనలో F, G వర్ణముల నక్షత్రములు పసుపుపచ్చని నక్షత్రములగును. F వర్ణనక్షత్రములు లేతపసుపురంగుతో గోచరింపగా G వర్ణనక్షత్రములు ముదురపసుపువర్ణముతో ప్రత్యక్షమగును. కేనిస్ మైనర్ రాశిలోని ప్రోసియా నక్షత్రము F వర్ణనక్షత్రములకు చక్కనియుదాహరణము. ఈవర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో హైడ్రోజని రేఖలకంటె అయినీకరణస్థితిలోనున్నలోహములకు చెందిన రేఖలే యెక్కువ తీక్షణముగానుండును. అయినీకరణస్థితిలోనున్న కాల్షియమ్ నకు చెందిన రేఖలు వానివర్ణమాలలలో ఎక్కువప్రామాణ్యమైనవి. సూర్యుడు G వర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రము. ఈవర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలందు హైడ్రోజని రేఖల తీక్షణత మిక్కిలి తక్కువగానుండును ; అయినీకరణస్థితిలోనున్న కేల్షియమ్ నకు చెందిన రేఖలు F వర్ణ నక్షత్రముల వర్ణమాలలందుకంటె నెక్కువతీక్షణముగను, తటస్థస్థితిలోనున్నలోహములకు చెందిన రేఖలు హెచ్చుగను ఇందు గోచరించును.

K, M, S వర్ణములకు చెందిన నక్షత్రములను శోణవర్ణ తారలని పేర్కొందురు. K వర్ణనక్షత్రముల వర్ణమాలలలో అయినీకరణస్థితియందున్న కాల్షియమ్ నకు సంబంధించిన రేఖలు



గరిష్ఠదీప్తిగలవియై యుండును. ఆర్క్టజెరానక్షత్ర మీన్ద్రము నకు చెందినది. ఇవి నారంగవర్ణముతో తేజరిల్లు నక్షత్రములక చెప్పవచ్చును. ఈవర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రములన్ద్రమాల లలో కొన్ని సంయోగద్రవ్యములకు సంబంధించిన దళములు గోచరమగును.

M వర్ణనక్షత్రములు శోణవర్ణముతో ప్రకాశించు తారలు. ఈతారలవర్ణమాలలలోను, S, R వర్ణములకు చెందిన తారల వర్ణమాలలలోనుకూడ దళము లెక్కువగా గోచరించును.

ఒక వర్ణమునకు చెందిననక్షత్రముల వర్ణమాలలకును, వేరొక వర్ణమునకు చెందిననక్షత్రముల వర్ణమాలలకును పరిగణ నీయమైన వ్యత్యాసము లుండును. అందుచేత వర్ణమాలలను నక్షత్రముల విలక్షణములైన ధర్మములతోనొకటిగా మనమెన్న వచ్చును. నక్షత్రముల వయస్సులలో తేడాలుండుటవలననే వాని వర్ణమాలలలో వ్యత్యాసములు జనించుచున్నవనియును, O వర్ణనక్షత్రములుగా జీవితము నారంభించి, వయస్సు హెచ్చినకొలదియు క్రమముగా B, A, F, G, K ఆదిగాగల వర్ణమాల నక్షత్రములుగామాపును పొంది చివరకు S వర్ణ నక్షత్రములుగా నవి పరిణామమునుపొందుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. నక్షత్రముల వర్ణమాలల సాహాయ్యమున వాని తాపక్రమము, చలనము ఆదిగాగల యనేకవిషయములను గూర్చి తెలిసికొనుటకు సాధ్యమగు చున్నది. అది యెటులనో ముందుపటలలో పరిశీలింతము.

## తా ప క్ర మ ము

నక్షత్రములతాపక్రమమును తెలిసికొనుటకు ముఖ్యమైన ఆధారము నక్షత్రములవర్ణమాలలు. నక్షత్రముల వర్ణములనుబట్టికూడ స్థూలముగా వానితాపక్రమములను తెలిసికొనవచ్చును. కమ్మరికొలిమిలో<sup>6</sup> ఇనుపముక్కను కాల్చుటను మనమందరము చూచియేయుండుము. కొలిమిలో<sup>7</sup> పెట్టుటకు పూర్వము ఇనుపముక్క ఒకరకమైన నలుపురంగును కలిగియుండును; కానినకొలదియు నది యెఱ్ఱబడి, క్రమముగా లేతయెరుపునుండి ముదరయెరుపు, పసుపు ఆదిగాగలరంగులతో ప్రకాశించి, చివరకు కన్నులకు మిరుమిట్లుగొల్పుచు తెల్లని తేజస్సుతో తేజరిల్లును. దీనినిబట్టి తప్తస్థితియందున్న ఒక వస్తువువర్ణమునకును దాని తాపక్రమమునకును అవినాభావ సంబంధమున్నదని మనకు స్పష్టమగును. కాని నక్షత్రముల రంగుకంటె వాని వర్ణమాలలనుబట్టి కచ్చితముగా నక్షత్ర తాపక్రమములను కనుగొనవచ్చును. ఇదెట్లు సాధ్యమగుచున్నదో అరయుటకు పూర్వము పరమాణురచననుగూర్చి కొంత తెలిసికొనవలసియున్నది.

పరమాణువునందు మధ్యను అధికభారయుతమైన కేంద్రకమును, ఆ కేంద్రకముచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో తిరుగుచు ఎలక్ట్రానులు నున్నవి. పరమాణు వ్యూహమునందు కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులను కేంద్రకముతో బంధించుచు తీక్షణమైన విద్యుత్ బలములు గలవు. ఈవిద్యుత్ బలములనుండి విముక్తినిపొంది ఒకటగాని అంతకంటె నెక్కువగాని



ఎలక్ట్రానులు తమకక్ష్యలను నదలి పరమాణువ్యూహమునుండి దూరముగా బయటికిపోయినచో, అప్పుడా పరమాణువు అయినీకరణమునొందినదందురు. పరమాణువునందు కేంద్రకమునకు చేరువగానున్న ఎలక్ట్రానులకంటె దూరముగానున్న ఎలక్ట్రానులను కేంద్రకమునుండి విడదీయుట సులభము. పరమాణువులను అయినీకరణమొనర్చువిధానములలో నొకటి వానిని తక్కువ మొనర్చుట. పరమాణువును ఎక్కువగా తక్కువ మొనర్చినకొలదియును కేంద్రకమునకు చేరువగానున్న కక్ష్యలలోని ఎలక్ట్రానులకూడ పైకి ఎగిరిపోయి ఆపరమాణు నధికముగా అయినీకరణమొందును. ఇక నక్షత్రములందలి పరమాణువులు నక్షత్రమధ్యభాగమం దధికతాపక్రమస్థితియందున్న దీప్తావరణమునుండి వెల్వడు వికీరణములచే అయినీకరణము నొందును. ఇట్టివి ఎంతహెచ్చుగా అయినీకరణమునొందు ననువిషయము ఆ నక్షత్రదీప్తావరణ తాపక్రమమునుబట్టి యుండును. ప్రయోగశాలలలో గావింపబడిన ప్రయోగములవలన శోషణవర్ణమాలయందలి యొక కాంతిహీనమైన రేఖాస్వభావము ఆరేఖకు కారణభూతమైన పరమాణువునుబట్టియును, అది పొందిన అయినీకరణపరిమాణమునుబట్టియును ఉండునని స్పష్టమైనది. కాబట్టి ఒక నక్షత్రవర్ణమాలను పరిశీలించి ఆనక్షత్రమం దేమే మూలద్రవ్యపరమాణువులున్నవో, అవి యెంతవరకు అయినీకరణము నొందియున్నవో కనుగొనవచ్చును. మేఘనాథసహస్రభృతి విజ్ఞానవరేఖ్యులు ఒకనస్తువు తాపక్రమమునకును దాని అయినీకరణాంశమునకును గలసంబంధమును నిరూపించు సిద్ధాంత

తమును కనుగొనిరి. ఆసింధాంతమును వేర్వేరు వర్ణమాలా వర్ణములకు చెందిన నక్షత్రములకు వర్తింపజేసి, వానితాపక్రమము లెంతెంతయో కనుగొనవచ్చును.

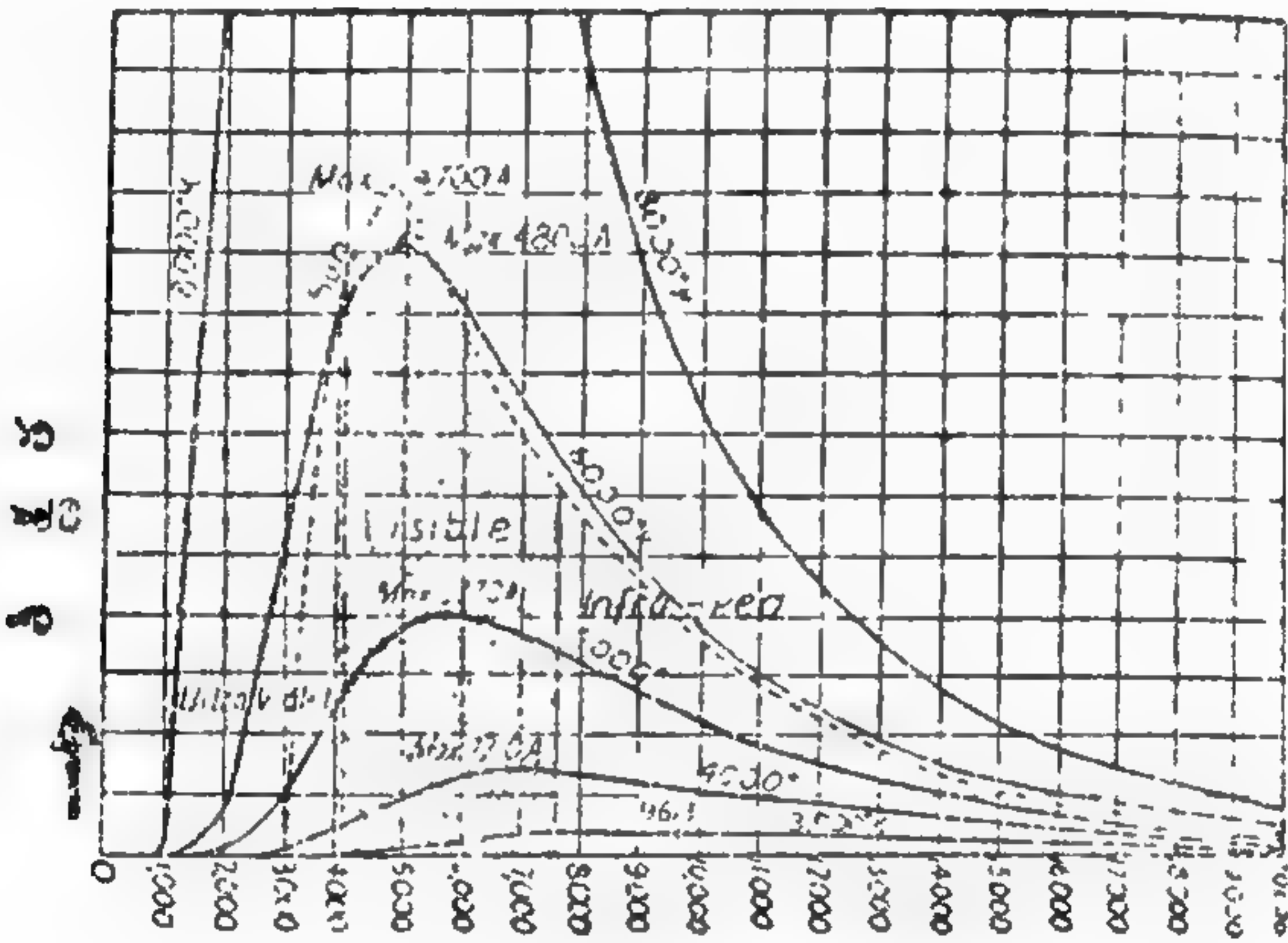
ఈరీతిగా గావించిన పరిశోధనలవలన ఏయే వర్ణమాలా వర్ణనక్షత్రముల దీప్త్యవరణ తాపక్రమ మెంతెంత యున్నట్లు తెలియవచ్చినదో దిగునప్పటికల్ పొందుపరచబడినది.

వర్ణ మాలావర్ణము		తాపక్రమము
O	వర్ణము	50,000° K
B	"	20,000° K
A	"	10,000° K
F	"	7,000° K
G	"	6,000° K
K	"	4,000° K
M	"	3,000° K

వీక్, ప్లాంక్ అనుశాస్త్రజ్ఞులు తస్య స్థితియందున్న వస్తువు నుండి ప్రసారితమగు వేర్వేరురంగుల కాంతుల తీక్షణతలకును ఆవస్తువు తాపక్రమమునకునుగల సంబంధమును నిరూపించు నియమములనరసిరి. అన్నిరంగులకాంతులను ప్రసరించునొక వస్తువు వేర్వేరుతాపక్రమములతో నేర్పరచు వర్ణమాలలందు వేర్వేరురంగులతీక్షణతలకును ఆరంగు కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము లకునుగల సంబంధమును నిరూపించు రేఖలను గీసినచో, అవి 37 వ చిత్రములో చూపినట్లుండును. ఈరేఖల ననుశీలించిన యెడల వస్తువుతాపక్రమము హెచ్చినకొలనియు దానివర్ణ



మాలలో ఎక్కువతీక్షణత గలవర్ణము తక్కువతరంగదైర్ఘ్యము గలదిగామాగునని వినితమగును. ఈమాపు  $T\lambda_{max} = 0.2897$  అను నియమము ననుసరించి జరుగునని వీన్ శాస్త్రజ్ఞుని పరిశోధనములవలన స్పష్టమైనది. (ఇందు  $T$  - పరమమానములో తాపక్రమమును,  $\lambda_{max}$  - గరిష్ఠతీక్షణతను పొందిన కాంతి



తరంగదైర్ఘ్యము

37 వ చిత్రము

కిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును సెంటీమీటరులలోను తెలుపును.) కాబట్టి ఒకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్షణమైన వర్ణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యమెంతయో కనుగొని, ఆతరంగదైర్ఘ్యముచేత  $0.2897$  అను అంకెను భాగించినచో ఆనక్షత్ర తాపక్రమము సిద్ధించును. నక్షత్రతాపక్రమములను కనుగొనుట కిదియొకపద్ధతి. సూర్యవర్ణమాలయందు గరిష్ఠతీక్షణతగల కాంతి కిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము  $4.70 \times 10^{-15}$  సెం.మీ. కాబట్టి

పైనియమమునుబట్టి సూర్యగోళతాపక్రమము సుమారు 6,000 డిగ్రీలని న్యక్తమగును. అయితే ఎక్కవదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముల తాపక్రమమునేగాని యింపన్ధతిని సరిగా కనుగొనలేము.

### ప రి మా ణ ము

నక్షత్రములన్నియు సమానదీప్తితో ప్రకాశించుటలేదని వాని సవేక్షించిన స్పష్టమగును. సప్తర్షిమండలములోని ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా, ఎప్సిలాన్, జీటా, ఈటానక్షత్రములన్నియును ఇంచుమించు సమానదీప్తితో తేజర్లుచుండగా జీటా నక్షత్రమునకు ప్రక్కనేయున్న అరుంధతీనక్షత్రము మాత్రము సానధానముగా చూచిననేగాని ఆననంత తక్కువదీప్తితో నున్నది. ఇంక లియోరాశిలోని రెగ్యులస్, జెమినెరాశిలోని పోలక్సు, టారస్రాశిలోని ఆల్డిబెరాన్, కేసీస్మేజర్ రాశిలోని సిరియస్ మున్నగు కొన్నినక్షత్రములు సప్తర్షిమండలములోని నక్షత్రములన్నిటికంటెనుకూడ నెక్కువ దీప్తిమంతములై ప్రకాశించుచున్నవి. క్రీ. పూ. 150 సంవత్సరప్రాంతములో హెపేర్కస్ అను ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు వట్టికంటికి కనపడు నక్షత్రముల సన్నిధిని వాని దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి ఆరువర్గములుగా విభజించి సిరియస్వంటి మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన 20 నక్షత్రములను మొదటివర్గముగాను, వట్టికంటికి దృశ్యాదృశ్యమైయున్న అరుంధతివంటి అల్పదీప్తిగల నక్షత్రములను ఆరవవర్గముగాను గావించి మిగిలిన నక్షత్రములను వానదీప్తులననుసరించి రెండు, మూడు, నాలుగు, అయిదు వర్గములుగా నేర్పరచెను. గ్రువనక్షత్రమును, సప్తర్షిమండలములోని ఆల్ఫా, బీటా,



మున్నగు నక్షత్రములును రెండవవర్గమునకు చెందినవి. దృశ్య దీప్తి ననుసరించి నక్షత్రములందేర్పరుపబడిన యీవర్గములకు దృశ్యపరిమాణములు లేదాపరిమాణములని సాంకేతికనామము. అందుచేత తన వర్గీకరణములో మొదటివర్గమునకు చెందిననక్షత్రములను ప్రథమపరిమాణనక్షత్రములనియును, రెండవవర్గము నకుచెందిన నక్షత్రములను ద్వితీయపరిమాణనక్షత్రము లనియును,.....అట్లే యితరనక్షత్రములను ఆయన పేర్కొనెను.

హెపేర్కన్ శాస్త్రజ్ఞుడు కేవలము వృత్తికండితోనే నక్షత్రముల ననుశీలించి, వానిని వర్గీకరించెను కాబట్టి ఆవర్గీకరణము స్థూలమైనదని వచింపవలెను. కాని ఆధునికవిజ్ఞానాభివృద్ధితో సుగ్రాహ్యమైన శాస్త్రీయపరికరములు హెచ్చుగా వాడుకలోనికి వచ్చుటవలన నక్షత్రములదీప్తిని కచ్చితముగా కొలుచుట సాధ్యమైనది ; ఒకనక్షత్రముయొక్క- దృశ్యదీప్తిని వేరొకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తితో పోల్చి, వాని నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకూడ సాధ్యమైనది. పార్సన్ అను నాంగ్లేయ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు హెపేర్కన్ వర్గీకరణమునకు చెందిన మొదటిపరిమాణనక్షత్రము ఆరవపరిమాణనక్షత్రముకంటె నూరురెట్లు ఎక్కువదీప్తిగలదని యేర్పరచుకొని, రెండు వరుస పరిమాణనక్షత్రముల దీప్తుల నిష్పత్తి 2.512\* యుండునని నిర్ణయించెను. ఈనిష్పత్తిననుసరించియే నేడు నక్షత్రముల వర్గీకరణము జరుగుచున్నది. ఈవర్గీకరణమందు ఏకీలానక్షత్ర రాశికెచెందిన ఆల్టైర్ నక్షత్రము ప్రథమపరిమాణనక్షత్రమును,

$$100^{\frac{1}{5}} = 2.512$$

ఉత్తరధ్రువనక్షత్రము ద్వితీయపరిమాణనక్షత్రము నగును ; దృశ్యాదృశ్యమగు అకుంధతివంటి నక్షత్రములు ఆరవపరిమాణ నక్షత్రము లగును.

హెపేర్కన్ వర్గీకరణమందు ప్రథమపరిమాణనక్షత్రములుగా పరిగణింపబడిన రమారమి ఇరువది నక్షత్రములలో నన్నియును సరిగా ప్రథమపరిమాణమునకు చెందినవనియే తెల్పుటకు వీలులేదు. వీనిలో కొన్నినక్షత్రములు అట్టెర్ నక్షత్రముకంటె ఎక్కువదీప్తికలవిగా గోచరించును ; సిరియస్ వంటి కొన్నినక్షత్రములు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ నక్షత్రము కంటె సుమారు రెండుపరిమాణములు ఎక్కువైన దీప్తికలవిగా ప్రత్యక్షమగును. ఇట్లు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ నక్షత్రము కంటె ఒకపరిమాణమెక్కువైన దీప్తిగల నక్షత్రమును '0' పరిమాణతారయనియు, రెండుపరిమాణము లెక్కువైన దీప్తిగల నక్షత్రమును -1 పరిమాణతారయనియు, మూడుపరిమాణము లెక్కువైనదీప్తిగలతారను -2 పరిమాణ నక్షత్రమనియు పేర్కొందురు. ఈవర్గీకరణములో సూర్యుడు -27 వ పరిమాణ నక్షత్రముగా నేర్పడును. విల్బర్ఫర్ద్ వేధశాలయందున్న 100 అంగుళముల దూరదర్శినితో చూడగలిగిన మిక్కిలి తక్కువైనదీప్తిగల నక్షత్రపరిమాణము 18.5; ఆదూరదర్శిని సాహాయ్యమున 21 వ పరిమాణనక్షత్రమును ఛాయాచిత్రగ్రహణ ఫలకమున కెక్కువకాలము ప్రదర్శించి ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. 200 అంగుళములదూరదర్శిని నుపయోగించి ఇంచుమించు 22 వ పరిమాణ నక్షత్రములనుకూడ నవేక్షింప



వచ్చును. అంతకంటె ఎక్కువపరిమాణనక్షత్రములను, అనగా తక్కువైన దీప్తిగలనక్షత్రములను చూడగలుగుటగాని, ఛాయాచిత్ర మొనర్పగలుగుటగాని ప్రస్తుతము సాధ్యముకాదు.

నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తులననుసరించి వాని పరిమాణముల నేర్పరచుట యెన్నో యింతవరకు చర్చించితిమి. ఈనిధముగా నేర్పజిన నక్షత్రపరిమాణములను నక్షత్రముల దృశ్య పరిమాణములు లేదా పరిమాణములు అని పేర్కొందు రనికూడ గమనించితిమి. నక్షత్రపరిమాణములను సాధారణముగా నీమానముతోనే తెల్పుదురు. కాని యొకతేజోరాశి ఎక్కువ దూరమందున్నప్పుడు కంటె చేరువగానున్నప్పు డెక్కువైన దీప్తికలదిగా గోచరించునని జ్ఞప్తియందుంచుకొన్నచో నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తిని, వాని యథార్థదీప్తిని హెచ్చున్యత్యాసముండునని స్పష్టమగును. దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి నక్షత్ర పరిమాణముల నేరీతిగ నేర్పరచిరో యారీతిగనే వానియథార్థ దీప్తుల ననుసరించుకూడ వానిపరిమాణముల నేర్పరచిరి. ఈరీతిగ నేర్పజిన నక్షత్రపరిమాణములకు నక్షత్రముల యథార్థపరిమాణములనిపేరు. భూమికి 32.6 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందున్న 0 దృశ్యపరిమాణముగల యొక నక్షత్రముయొక్క యథార్థపరిమాణమును 0 గా శాస్త్రజ్ఞులు పరిగణించిరి.

నక్షత్రముయొక్క యథార్థపరిమాణము దాని ఘనపరిమాణమునుబట్టియును, తాపక్రమమునుబట్టియును ఉండును. ఇక దానిదృశ్యపరిమాణము దానియథార్థపరిమాణమునుబట్టియును, భూమినుండి దానిదూరమునుబట్టియును ఉండును.

అందుచేత ఒక నక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణమును, దాని దూరమును తెలిసినచో, దాని యథార్థపరిమాణమును లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును.\* ఈరీతిగా లెక్కకట్టుటవలన  $-26.84$  దృశ్యపరిమాణతారయైన సూర్యుని యథార్థపరిమాణము  $4.73$  మాత్రమేయని వ్యక్తమైనది. మూడవ అనుబంధములో కొన్ని ముఖ్యమైన నక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములును, భూమినుండి వానిదూరములును నొసగబడినవి. వానివలన ఆనక్షత్రముల యథార్థపరిమాణములను గణింపవచ్చును.

పరిమాణమును కనుగొను పద్ధతులు

నక్షత్రపరిమాణములను నేడెక్కవగా ఛాయాచిత్ర గ్రహణపద్ధతులవలననే కనుగొనుచున్నాము. కాని కంటితో రెండునక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చి, తన్ములముగా వాని పరిమాణములను నిర్ణయించుపద్ధతి - చాక్షుషవిధానము - కూడ ఇటీవలవరకు నాచరణలో లేకపోలేదు. ఈపద్ధతియందలి ప్రధాన సూత్రము ప్రమాణపరిమాణనక్షత్రదీప్తితో - ఆనక్షత్రము సహజమైనదికావచ్చును; లేదా కృత్రిమమైనదికావచ్చును - ఏనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో ఆనక్షత్రదీప్తిని పోల్చుట. ఒకనక్షత్రము వేరొకనక్షత్రముకంటె ఎంత ఎక్కువ దీప్తి కలదో కనుగొనుటకంటె ఆరెండునక్షత్రములదీప్తులు సమా

\* ఒకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణము  $m$  ను, భూమినుండి దానిదూరము  $D$  కాంతిసంవత్సరములును అయినచో, దాని యథార్థపరిమాణము  $M$ ను,  $M = m + 7.566 - 5 \log D$  అను సమీకరణ సాహాయ్యమున కనుగొనవచ్చును.



నముగానున్ననో లేదో తెలిసికొనుట సులభముకాబట్టి అపర్థి  
యం దేరెండునక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చవలసియున్నదో ఆ  
నక్షత్రములలో ఎక్కువదీప్తికలదానిదీప్తిని తక్కువదీప్తికల  
దానిదీప్తితో సమానముగా నుండునటుల నొక కృత్రిమవిధాన  
మున తగ్గించి, ఆతగ్గించిన పరిమాణమునుబట్టి ఆనక్షత్రములలో  
దేనిపరిమాణమును నిర్ణయింపవలసియున్నదో దాని దృశ్య  
దీప్తిని, తత్ఫలముగా దాని దృశ్యపరిమాణమునునిర్ణయించును.

ఎట్లయినను పైపర్థినిననుసరించి నిర్ణయించిన నక్షత్ర  
పరిమాణప్రవిరుదలలో కొంతదోషముండుటకువీలున్నది. రెండు  
నక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చుటలో అవేక్షకులందరి కన్నులును  
సమానముగా ప్రవర్తించునని చెప్పుటకు వీలులేదు. అందుచేత  
వానికంటె ఛాయాచిత్రగ్రహణపర్థిని కనుగొనిన నక్షత్రపరి  
మాణములే యెక్కువ కచ్చితమైనవని వేరేచెప్పనక్కరలేదు.

ఏదైన నొకవస్తువు ఛాయాచిత్రమును ఎక్కువతీక్షణ్యమైన  
కాంతిలోను, తక్కువతీక్షణ్యమైనకాంతిలోనుకూడ తీసినపుడు,  
ఎక్కువతీక్షణ్యమైనకాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము నల్లగను,  
తక్కువతీక్షణ్యమైనకాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము వినశ్యముగను  
నుండునని మనకు తెలియును. వస్తువునుండి ప్రత్యక్షముగా  
ప్రసరితమైన కాంతిగాని, పరావర్తనమొందిన కాంతిగాని  
ఛాయాచిత్రఫలకముపై పూయబడిన రసాయనద్రవ్యములందు  
రాసాయనికచర్యను గొనివచ్చుటచేతనే గదా ఛాయాచిత్రఫల  
కముపై చిత్రమేర్పడుచున్నది! కాంతిచే రసాయనచర్యకు  
లోనగు ఛాయాచిత్రఫలకముమీది రాసాయనికద్రవ్యములందని

యజుర్వలసంఖ్య పతన తేతోతీక్షణతనుబట్టి యుండును. అందుచేత ఎక్కువతీక్షణమైనకాంతిని ప్రసరించు వస్తువుయొక్క ఛాయా చిత్రము నల్లగను, తక్కువ తీక్షణమైనకాంతిని ప్రసరించువస్తువు యొక్క ఛాయాచిత్రము వివర్ణముగను నుండును. కాన నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసి, ఆఛాయాచిత్రముల తీక్షణతలనుబట్టి నక్షత్రముల తీక్షణతలను, వానినిబట్టి వానిపరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చుననుట స్పష్టము. కాని నక్షత్రము లన్నియును ఒకేరంగుగలకాంతిని ప్రసరించుటలేదు. కొన్ని యెక్కువగా నీలికాంతిని, మరికొన్ని యెక్కువగా ఎరుపుకాంతిని,.... ప్రసరించుచున్నవి. నీలికాంతికిరణములకు సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఎరుపుకాంతి నెక్కువగా ప్రసరించుచున్న నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసినచో, ఆచిత్రము కడువివర్ణముగనుండి ఆనక్షత్రము తక్కువదీప్తికలతార యను భావమును స్ఫురింపజేయును ; కాని కంటితో ఆనక్షత్రమును చూచినపుడుమాత్ర మది యెక్కువదీప్తిగలదిగనే యుండును. ఇక ఆ ఛాయాచిత్రఫలకముపై నీలినక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును దీసినచో నాచిత్రము మిక్కిలి గాఢముగనుండి, ఆనక్షత్రము కంటికి ఆనునట్టి దానికంటె నెక్కువదీప్తికలదను భ్రమనుకలుగజేయును. కాబట్టి ఛాయాచిత్రమునుబట్టి యొకనక్షత్ర దృశ్య పరిమాణమును నిర్ణయించుటకుగాను కొన్ని సవరణలు చేయుట అనసరము.

కేవలము ఛాయాచిత్రఫలకముమీద చిత్రముయొక్క నలుపుదనమునుబట్టి నిర్ణీతమైన యొకనక్షత్రపరిమాణమునకు



‘నక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రపరిమాణము’ అని పేరు. ఇది నక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రపరిమాణమునకును, దృశ్యపరిమాణమునకునుగల వ్యత్యాసమును (ఛాయాచిత్రపరిమాణము - దృశ్యపరిమాణము) వర్ణసూచికయని పేర్కొందురు. ఈవర్ణసూచికను నిర్ణయించుటలో సిరియస్ (A వర్ణము) శ్వేతతారల వర్ణసూచిక ‘0’ యని, అనగా వాని ఛాయాచిత్రపరిమాణములు దృశ్యపరిమాణములకు సమానమని శాస్త్రజ్ఞులేర్పాటుచేసికొనిరి. ఎరుపురంగు నక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము 3 పరిమాణములు తక్కువయైనచో, నానక్షత్ర వర్ణసూచిక 3 అగును. ఇది నీలవర్ణమునకు ప్రకాశించుచున్న నొకనక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము 0.2 పరిమాణములు ఎక్కువయైనచో, ఆనక్షత్రవర్ణసూచిక - 0.2 అగును.

ఛాయాచిత్రపద్ధతిని నక్షత్రపరిమాణములను నిర్ణయించుటలో పైని పేర్కొనిన యిబ్బందియున్నను, కన్ను ఏరంగుకాంతికరణములను ఎంతెంతమొత్తమునో గ్రహించగలదో ఆరంగుకాంతికరణములకే సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్ర ఫలకములను తయారుచేసి, ఛాయాచిత్రములను తీయునట్టి విధానమునకూడ కొన్నిమాడ్పులను గావించి యిటీవల నీపద్ధతిని బాగుగా పెంపొందించుటచే, ఈపద్ధతిననుసరించి తీసినఛాయాచిత్రముల యనుశీలనమువలననే నక్షత్రపరిమాణములను పోల్చుటకుకూడ సాధ్యమగుచున్నది. ఈపద్ధతిలో నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రముల ననేకవిధములుగాతీయుదురు. వానిలో మిగుల సూక్ష్మమైన రెండుపద్ధతులనుమాత్రమే యిట వివరింతము.

మొదటి పద్ధతి : ఈపద్ధతియందు కెమేరా (ఛాయా చిత్రగ్రహణ పరికరము) ను బాగుగా 'ఫోకస్' చేసి ఏనక్షత్రముల దీప్తిని పోల్చినదియున్నదో ఆనక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పుడు ఎక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు పెద్దవిగను, తక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు చిన్నవిగను ఛాయాచిత్రఫలకముపై నేర్పడును. ఛాయాచిత్రపదర్శనకాలము సమానముగనున్నచో వేర్వేరునక్షత్రముల దీప్తులకును, వానిఛాయాచిత్రముల వైశాల్యములకును అవినాభావసంబంధముండును. కాబట్టి ఆరీతిగా వాని వైశాల్యములనుబట్టి వానిదీప్తులను పోల్చినచ్చును.

రెండవపద్ధతి : ఈపద్ధతియందు కెమేరాను 'అవుట్ ఆఫ్ ఫోకస్' చేసి నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పు డన్నినక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములునుగూడ సమాన వైశాల్యములుగల వృత్తములుగనే యుండునుగాని వాని తీక్షణతలలో మాత్రము వ్యత్యాసముండును. ఈతీక్షణతల వ్యత్యాసములను కొలిచి, వానిదీప్తులను ప్రమాణనక్షత్రదీప్తితోపోల్చి, ఆనక్షత్రముల పరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చును.

పైరెండుపద్ధతులయందునుకూడ ఏనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో అనక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును ప్రమాణ నక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును నొకేఛాయాచిత్రఫలకముపై ఒకదానిప్రక్కను మరియొకదానిని తీసి, ఆరెండింటిని పోల్చి, ఆనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింతురు. ఇక సాధారణముగా సంవత్సరమం దన్నిసమయములందును గోచరమగునట్టియు,



ఆకాశములో ఇంచుమించు ఒకేయైర్తున నెల్లప్పుడు నుండునట్టియు నక్షత్రములను ప్రమాణనక్షత్రములుగా నెన్నుకొందురు. అంతే గాక సామాన్యముగా నొకనక్షత్రమును ఇంచుమించు దానితో సమానపరిమాణముగల ప్రమాణనక్షత్రముతోనే పోల్చుదురు. అందుచేత వేర్వేరు పరిమాణములుగల ప్రమాణనక్షత్రము లనేకములు కావలసియున్నవి. ఇందులకై ఉత్తరార్ధవమునకు 2° లోపుననున్న 96 నక్షత్రములను విల్సన్-పర్వతవేధశాలవా రెన్నుకొనిరి.

## దూరము

నక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములు వానియధార్థపరిమాణములనుబట్టియును, భూమినుండి వానిదూరములనుబట్టియును ఉండునని గ్రహించితిమి. భూమికిని నక్షత్రములకునుగల దూరములు కొన్ని కోట్లమైళ్ళుండును. భూమికి మిక్కిలిచేరువగనున్న నక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యుల నడిమిదూరము రమా రమి 9,30,05,000 మైళ్ళు. సూర్యునితరువాత భూమికిదగ్గరగా నున్న నక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటారీ. భూమినుండి దాని దూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు. నక్షత్రము లందెల్ల ఎక్కువకాంతిగల సిరియస్ నక్షత్రము భూమికి రమా రమి 51,00,000,00,00,000 మైళ్ళదూరముననున్నది. సూర్యు నకును భూమికిని గలదూరము తొమ్మిదికోట్ల ముప్పదిలక్షల అయిదువేలమైళ్ళు. వ్రాయుటయును, చదువుటయును అంత కష్టముగాదు. కాని ప్రోక్సిమా సెంటారీ నక్షత్రము భూమికి ఇరువదిమైలులక్షలకోట్ల మైళ్ళదూరముననున్నదనినచో, ఆ

యంకెను వ్రాయుటయును, చదువుటయునుకూడ కొంచెము కష్టమే. అందుచేత చాలదూరమందున్న సభోమూర్తుల దూరములను వెలిబుచ్చుటకై మైశ్చకంటె పెద్దదైన ఏకాంకము నేర్పరచుకొనినచో నుపయుక్తముగా నుండును. అందులకై కాంతిసంవత్సరము, పేర్ సెక్ అనురెండు ఏకాంకములను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. అవిరెండునుకూడ మిక్కిలిహెచ్చు పరిమాణముగలవే.

కాంతికిరణ మొకసంవత్సరకాలములో నెంతదూరము ప్రయాణముచేయునో దానికి కాంతిసంవత్సర మనిపేరు. ఈ ఏకాంకము  $1,86,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$  అనగా సుమారు 6,00,000,00,00,000 మైశ్చకు సమానము. ఈ ఏకాంకములలో చెప్పినపుడు ప్రోక్సిమా సెంటార్ భూమికి 4.3 కాంతి సంవత్సరములదూరములోను, సిరియస్ నక్షత్రము 8.7 కాంతిసంవత్సరముల దూరములోను నుండును.

పేర్ సెక్ ఏకాంకపు విలువ కాంతిసంవత్సర పరిమాణముకంటెనుకూడ హెచ్చు. ఒక పేర్ సెక్ 31.26 కాంతి సంవత్సరములకు సమానము. నక్షత్రములదూరములను వాని లంబనమునుబట్టి గణింతురు. భూమినుండి చూచినపుడొక నక్షత్రముయొక్క లంబనము 'p' సెకనులయినచో ఆనక్షత్ర దూరము  $1/p$  పేర్ సెక్ లగును.

పై రెండు ఏకాంకములలోనుగాక ఒక్కొక్కపుడు భూసూర్యుల మధ్యదూరము నొక యేకాంకముగా నేర్పరచుకొని ఆయేకాంకములోగూడ నక్షత్రముల దూరములను వ్యక్తపరచుచుండును.



నక్షత్రముల దూరములను వానిలంబనమునుబట్టి సాధారణముగా కనుగొందురని పైని పేర్కొనియుంటిమి. ఇక లంబనమననేమో భూమినిగూర్చిన ప్రకరణములో వివరించితిమి. ఎనుటిగోడమీద నిట్టనిలువుగా నొకగీతను గీయుము. కుడిచేతితో పెన్నిలునొకదానిని పట్టుకొని, ఎడమకంటినిమూసి, కుడికంటితో చూచినపుడు కుడికన్న, పెన్నిలు, గోడమీది గీతకూడ ఒకేరేఖయందుండునట్లుగా పెన్నిలును పట్టుకొన్న చేతిని జరుపుము. పిమ్మట ఆచేతి నట్లే కదుపకుండ నుంచి, కుడికంటినిమూసి ఎడమకంటితో పెన్నిలును చూచినచో, గోడమీది గీత ననుసరించి, పెన్నిలు కుడివైపునకు జరిగినట్లు కనపడును. ఇటు రెండుకన్నులును రెండవేక్షణస్థానములు. అవేక్షణస్థానమునందు వచ్చిన మార్పునలన అవేక్షకవస్తువును పెన్నిలుస్థానములో దాని వెనుకభాగమందున్న గీతననుసరించి వచ్చిన ట్లభివ్యక్తమైన మార్పునే లంబనము అని పేర్కొందుము. కంటికి దగ్గరగా పెన్నిలును తీసికొనివచ్చి, పైవిధముగనే ప్రయోగమొనర్చినచో పెన్నిలు ప్రక్కకు జరిగిన ట్లగపడు దూర మధికమగును. రెండు అవేక్షణస్థానముల మధ్యదూరమునకు పాదరేఖ యనిపేరు. దీనినిబట్టి పాదరేఖ పొడువు అధికమైనకొలదియు లంబన మధికమగుననియును, అవేక్షణస్థానములనుండి అవేక్షితవస్తువుల దూరము తగ్గినకొలదియును కుడి లంబన మధికమగుననియును మనకు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లంబనమునకును అవేక్షణస్థానములనుండి అవేక్షితవస్తుదూరమునకును, పాదరేఖపొడువునకును సంబంధముండుటచే, ఆఫలితము

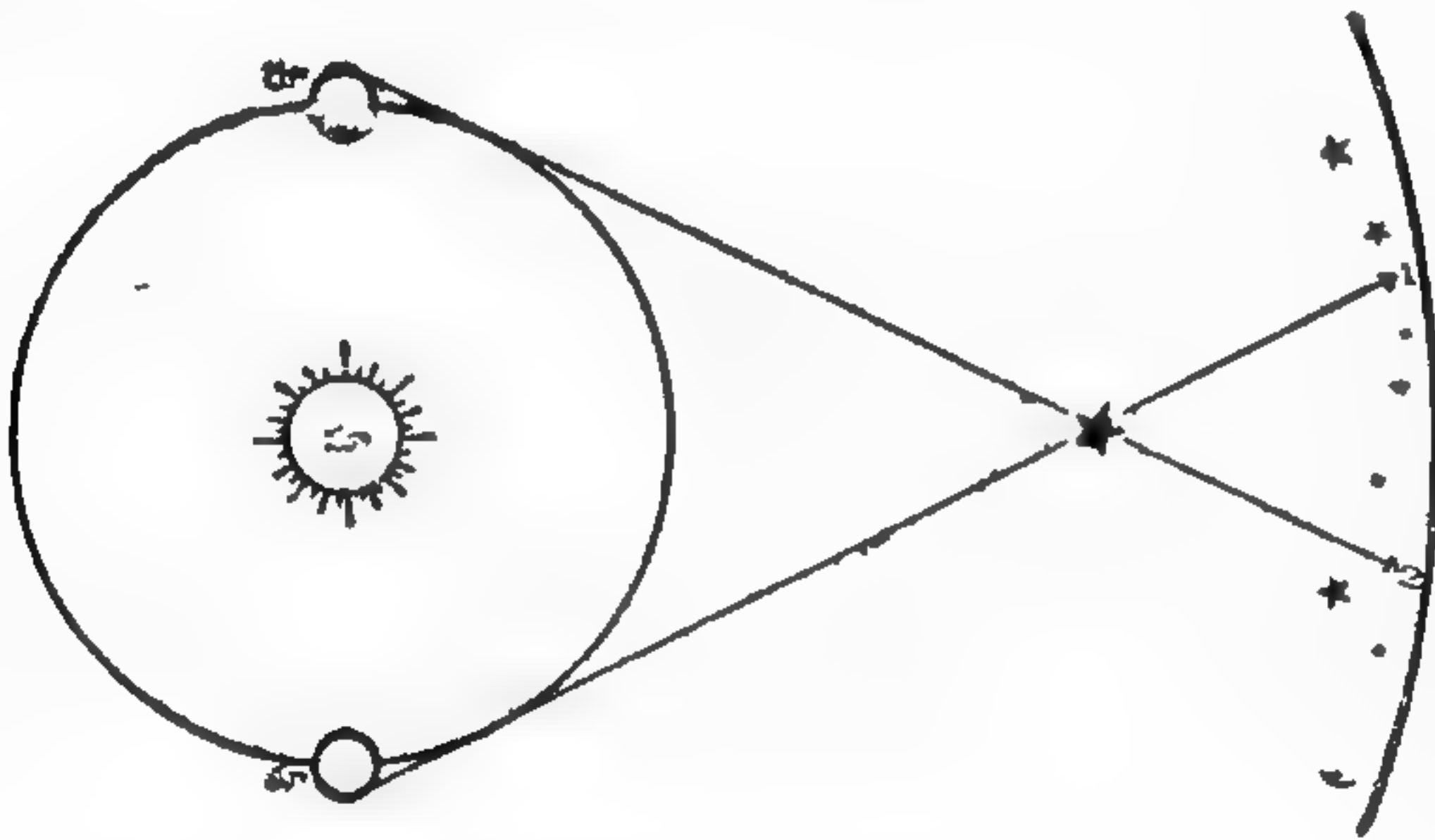
నుపయోగించుకొని. నక్షత్రదూరముల నరయుట కవకాశమున్నది. లంబనము నుపయోగించుకొని సభోమూర్తుల దూరములను కనుగొను పద్ధతికి 'లంబనపద్ధతి' లేదా 'ట్రయాంగ్యులేషన్' పద్ధతి యనిపేరు.

లంబనపద్ధతినిబట్టి భూమికిచేరువగానున్న చంద్రుడువంటి సభోమూర్తులదూరమును కనుగొనవలెనన్నచో భూమిమీద ఒకేరేఖాంశములో సుమారు 90 అంశలదూరమందున్న రెండు అవేక్షణస్థానములనుండి ఆసభోమూర్తి లంబనమును కొలిచి, దానినిబట్టి ఆమూర్తిదూరమును గణించుదురు. కాని నక్షత్రములు భూమికి చాలదవ్వున నుండుటచేత ఆయవేక్షణస్థానముల నుండియే నక్షత్రముల సవేక్షించినచో వానిస్థానములలో మా ర్పేమియు నుండదు. అందుచేత నక్షత్రములవిషయములో ఎక్కువపొడువుగల పాదరేఖ కావలసియున్నది. అందుకుగాను భూకక్ష్యనే పాదరేఖగా నుపయోగించుకొని ఒకేఅవేక్షణశాల నుండి సరిగా ఆరునెలల కాలవ్యవధిలో నక్షత్రముల దిశలను కొలిచి, వాని లంబనమును కనుగొందుదురు. ఈరీతిగా భూకక్ష్య నుపయోగించుకొనుటవలన పాదరేఖ నిడివి రమారమి 18,60,00,000 మైళ్ళు ఉండును. ఇంతకంటె ఎక్కువపొడువు గల పాదరేఖను మనము పడయలేము.

18,60,00,000 మైళ్ళ నిడివిగల పాదరేఖ చివరలనుండి నక్షత్రముల సవేక్షించినను వానిస్థానములో నెక్కువమార్పు రాదు; అత్యల్పమైన లంబనమును మాత్రమే అవి ప్రదర్శించును. 1 సెకను లంబనమును కలిగి యున్న నక్షత్రములకూడ నేమియులేవు. అందుచేత నక్షత్రముల లంబనమును కొలు



చుటకై మిక్కిలి సుగ్రాహ్యమైనపరికరము లవసరము. ఇటీవల  
వరకును అట్టి సుగ్రాహ్యమైనపరికరముల ద్వారమున కంటికో  
నవేక్షించి నక్షత్రముల లంబనమును కనుగొనుచుండెడివారు  
గాని ప్రస్తుతము ఛాయాచిత్రగ్రహణస్థితి యెక్కువగా వాడుక  
యందున్నది. ఈస్థితియందు కొన్ని నెలల కాలవ్యవధిలో—  
తరచుగా ఆరు నెలల కాలవ్యవధిలో— నక్షత్రముల ఛాయాచిత్ర  
ములనుతీసి, ఒకప్రత్యేకరకపు సూక్ష్మదీప్తికో వాని ననుశీ  
లింతురు. ఆయనుశీలనమునందు చాలనక్షత్రముల సాపేక్ష  
స్థానములలో నెట్టిమార్పును గోచరముకాదుగాని మిక్కిలి



38 వ చిత్రము

ఒక ఆవేక్షణస్థానమునుండి చూచినపుడు భూమికి దూరముగానున్న  
నక్షత్రములనుబట్టి దగ్గరగానున్న యొకనక్షత్రముమొదట 1 అను తావునను,  
ఆరు నెలల తరువాత 2 అను తావునను ఆకాశములో కనిపించును. దూరముగా  
నున్న నక్షత్రములనుబట్టి దగ్గరగానున్న నక్షత్రస్థానములో వచ్చినట్లు కన  
పడిన యీ మార్పునకే లంబనము అని పేరు.

తక్కువసంఖ్యగల నక్షత్రముల స్థానములలో అత్యల్పమైన  
మార్పు వ్యక్తమగును. స్థానమునందు మార్పులేని నక్షత్రము

లనుబట్టి స్థానభ్రంశము నొందిన స్థలగమనమునను సక్షతముల స్థానభ్రంశపరిమాణమును కొలిచి, దాని లంబనమును గణించును. లంబన, పాదరేఖల పరిమాణములు తెలిసినచో సక్షతములదూరములను గణించి, కనుగొనవచ్చును.

లంబనపద్ధతిని సక్షతములదూరములను కనుగొనుట చాలప్రయాసకరమైన విషయము. 5, 6 సార్లు కొలతలను తీసికొనినచేగాని యొకసక్షతలంబనమును సరిగా నిర్ణయింపలేము. ఒక కొలతకును మరియొకకొలతకును ఇంచుమించు ఆకు నెలలవ్యవధి అవసరముకాబట్టి ఈ 5, 6 కొలతలను తీసికొనుటకు ఇంచుమించు 2, 3 సంవత్సరములు పట్టును. 1947 వ సంవత్సరమునకు రమారమి 5,000 సక్షతములదూరములను లంబనపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. మరికొన్ని సక్షతముల దూరములనుకూడ నీపద్ధతిని కనుగొనుటకు వీలులేకపోలేదు. ఈ 5,000 సక్షతములలోను 633 సక్షతములు భూమికి 65 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందున్నవి.

### ఘనపరిమాణములు

సక్షతముల యథార్థపరిమాణములు సక్షతముల ఘనపరిమాణములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములనుబట్టియునుండునని గ్రహించితిమి. సక్షతము లన్నింటి యథార్థపరిమాణములు సమానముగా లేననికూడ తెలిసికొంటిమి. అందుచేత సూర్యునికంటె అధికదీప్తిమంతములైన సక్షతముల ఘనపరిమాణములు సూర్యునితోఁగలఘనపరిమాణముకంటె నెక్కుడుగ నున్నవాయును ప్రశ్న ముదయించును.



నక్షత్రములవ్యాసములను రెండువిధములుగా కనుగొనవచ్చును. (1) ప్రత్యక్షవిధానము ; (2) పరోక్షవిధానము. ప్రత్యక్షవిధానము : హెచ్చుఅధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నొకగ్రహమును గాని సూర్యుని గాని యవేక్షించినచో అవి బింబరూపమున నగపడును. ఆబింబముల కోణీయవ్యాసములను సులువుగా కనుగొనవచ్చును. కాని ఎంత హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో చూచిననుకూడ నక్షత్రములు చుక్కలుగనే గోచరించును. అందుచేత దూరదర్శినితోనవేక్షించి నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను కనుగొనుట సాధ్యముగాదు. అందులకై యెక్కువగా నుపయోగపడునది ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ అను పరికరము. ఈపరికరముతోనైనను కొంతపెద్దనక్షత్రముల వ్యాసములను మాత్రమే కొలుచుట కనకాశమున్నది. ఇంతవరకు నీపరికరముతో 12 నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. భూమినుండి ఆనక్షత్రముల దూరములు తెలిసినచో వాని దైర్ఘ్యవ్యాసములను లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును. ఈలెక్కలవలన నీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యుని వ్యాసమునకు 12 నుండి 450 రెట్లవరకు నున్నవని తెల్లమైనది.

ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ తో ఇంతవరకును కొలిచిన నక్షత్రములన్నియు చాలపెద్దవి. వీనిలో మిక్కిలి చిన్నదనుకొన్నది కూడ సూర్యునికంటె కొన్ని రెట్లు పెద్దదే. కాని నక్షత్రములలో చాల చిన్నవికూడ అనేకము లున్నవి. వానిలో గ్రాహవృద్ధిక్షయతారల వ్యాసములను వాని దీప్తిని సూచించు రేఖలనుబట్టి

కనుగొందురు. ఈరీతిగా నరసినశలితములనుబట్టి సాధారణముగా నీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యునివ్యాసములో  $\frac{1}{3}$  వంతు ఉండునని విశదమైనది.

... పక్షోక్షవిధానము : ... పైని పేర్కొనిన ప్రత్యక్షవిధానముచే వ్యాసములను కనుగొనిన నక్షత్రములసంఖ్య చాల తక్కువ. నక్షత్రములలో పెక్కింటి వ్యాసములను పరోక్షవిధానములచేతనే కనుగొనినారు. ఒకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తి భూమినుండి దానిదూరమునుబట్టియును, దాని ఘనపరిమాణ తాపక్రమములనుబట్టియు నుండునను అంశముపై సాధారణపడి పైవిధానమున్నది. నక్షత్రతాపక్రమమును దానివర్ణమాలా సాహాయ్యమునను, దాని దూరమును లంబనమును బట్టియును, దానిదృశ్యదీప్తిని ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతివలనను కనుగొనవచ్చును కదా ! ఈరీతిగా నక్షత్రతాపక్రమమును, దూరమును దృశ్యదీప్తిని తెలిసికొనినపిమ్మట లెక్కగట్టి దానివ్యాసమును బడయవచ్చును.

ఈవిధముగా గావించిన పరిశోధనలవలన నక్షత్రములలో నధికసంఖ్యాకములు ఇంచుమించు సూర్యునివ్యాసమంత వ్యాసమునే కలిగియున్నవని వ్యక్తమైనది. కాని సూర్యునికంటె పెక్కురెట్లు పెద్దది, పలుమడుగులు చిన్నవికూడ నక్షత్రములలో కొన్ని లేకపోలేదు. ఫామానెన్సునక్షత్రవ్యాసము సూర్యుని వ్యాసములో  $9/1000$  వ వంతు మాత్రమే యున్నది. ఆనక్షత్రమించుమించు భూగోళమంత యుండును. ఇంతవరకు నవేక్షితమైన నక్షత్రములలో అదియే మిక్కిలి చిన్నది. ఇక

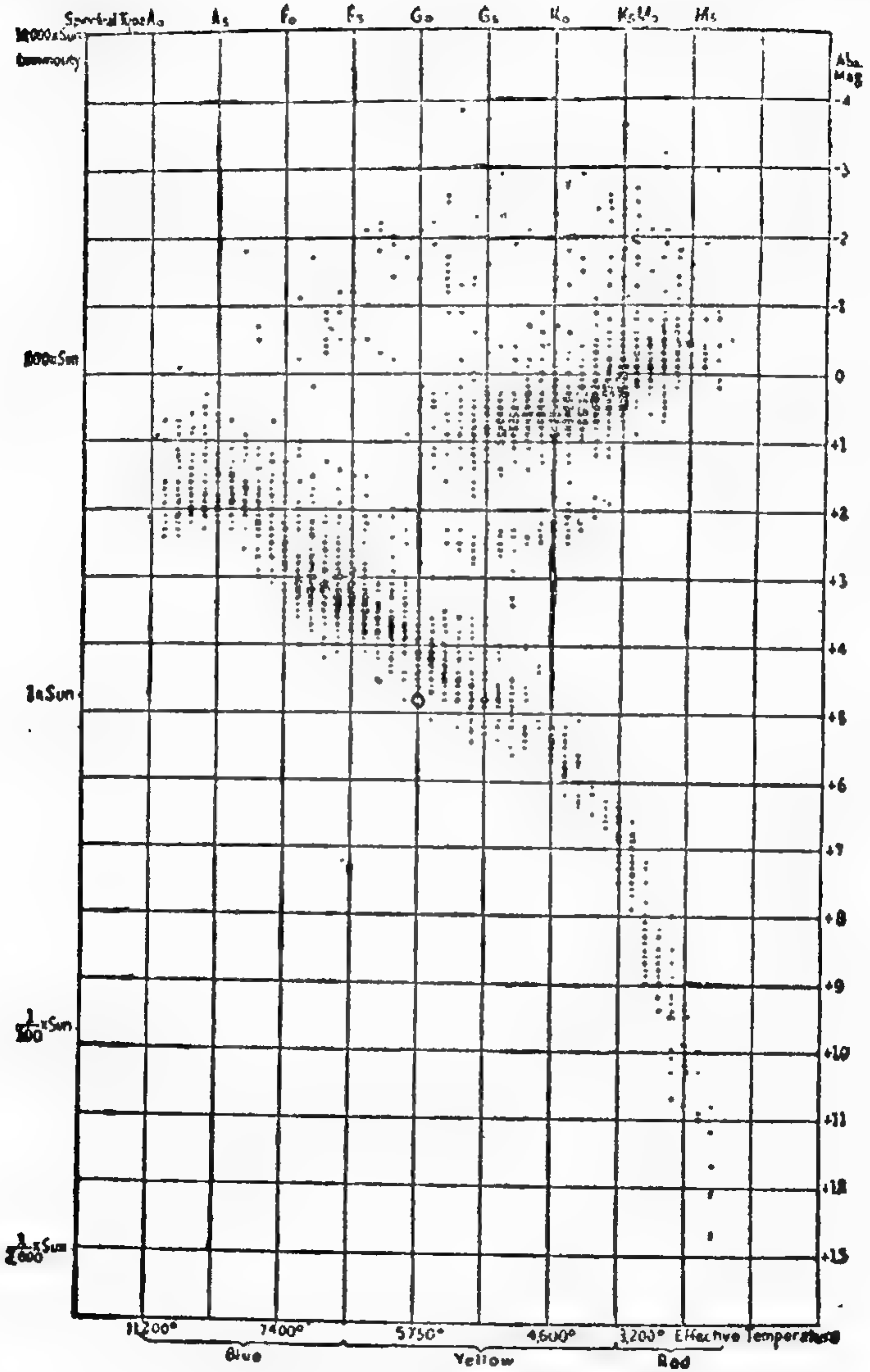


బీటల్ గాజ్, ఆంటారెస్ వంటి కొన్ని నక్షత్రములు సూర్యుని కంటే కొన్ని వేల రెట్లు పెద్దవి. సూర్యుని వ్యాసమునకు బీటల్ గాజ్ నక్షత్రవ్యాసము 300 రెట్లును, ఆంటారెస్ నక్షత్రవ్యాసము 478 రెట్లును నున్నవి. **శ్రీ వేమన గ్రంథాలయం**

నక్షత్రవర్గములు **తేలప్రోలు. (కృష్ణజిల్లా.)**

నక్షత్రముల లక్షణములు వాని వర్ణమాలలవలన వ్యక్తమగును కదా ! నక్షత్రముల వర్ణమాలావర్ణములకును, వాని తాపక్రమములకును నెట్టి సన్నిహితసంబంధమున్నదో వెనుకటి ప్రకరణములలో వినరించియుంటిమి. ఇరువదియవ శతాబ్ద ప్రారంభదశాబ్దములలో హెన్రీస్పెంగు, రస్సెల్ అను శాస్త్రజ్ఞులు నక్షత్రములవర్ణమాలావర్ణములకును, నక్షత్రముల యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధము నరయుటకై ప్రయత్నించి ఒక విచిత్రవిషయమును కనుగొనిరి. దానిని గూర్చి తెలిసి కొనుటకు ప్రయత్నింతము.

నక్షత్రములవర్ణమాలావర్ణమును  $x$ - అక్షముపై నను, వాని యథార్థదీప్తి పరిమాణమును  $y$ - అక్షముమీదను ఏర్పరచి, వర్ణమాలావర్ణమును, యథార్థదీప్తి పరిమాణమునుబట్టి యొక్కొక్క నక్షత్రము నొక్కొక్క చిందుప్రచేత నిరూపించినచో, 39 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి చిత్రమేర్పడును. ఇట్టిదానికి రస్సెల్ చిత్రమని పేరు. రస్సెల్ చిత్రానుశీలనము వలన మనకు వ్యక్తమగు ముఖ్యవిషయము B వర్ణమునుండి M వర్ణనక్షత్రములను చేరుకొనుసరికి సాధారణముగా వాని యథార్థదీప్తి క్రమముగా క్షీణించుట. నక్షత్రములలో సధిక



39 వ చిత్రము—రస్సెల్ చిత్రము



సంఖ్యాకము లీవిధముగా నుండునవియే కాని K వర్గమునకు (నారంగవర్ణనక్షత్రములు) చెందిన నక్షత్రములు కొన్నియును, M వర్గమునకు చెందిన నక్షత్రములు కొన్నియును ఈపద్ధతిననుసరించుటలేదు. ఈపద్ధతిప్రకారముండవలసిన దానికంటె సుమారు 100 రెట్లు ఎక్కువదీప్తితో అవి వెలుగొందుచున్నవి. ఇంక B, A తరగతులకు చెందిన కొన్నినక్షత్రములు మాత్రము, పైపద్ధతి ననుసరించియుండవలసిన దానికంటె చాలతక్కువ యథార్థదీప్తి మాత్రమే కలిగియున్నవి.

B వర్గమునుండి M వర్గమునకు పోయినకొలదియు నక్షత్రముల యథార్థదీప్తి క్షీణించుటలో విచిత్రమేమియును లేదు. అది సహజమే. నక్షత్రము లన్నియును ఇంచుమించు సమాన ఘనపరిమాణములనే కలిగియున్నచో అల్పతాపక్రమములను కలిగిన నక్షత్రములు తక్కువ యథార్థదీప్తినే కలిగియుండును. కాని M వర్గనక్షత్రములు ఎక్కువతాపక్రమమును కలిగియుండకపోయినను వానిలో కొన్నింటి యథార్థదీప్తులు అత్యధికమై యుండుటవలన వాని ఘనపరిమాణములు చాల హెచ్చనియును, B వర్గమునకు చెందిన నక్షత్రముల తాపక్రమము అధికమైనను వానిలో చాలతక్కువసంఖ్యగల నక్షత్రముల యథార్థదీప్తులు అత్యల్పముగాన అవి అత్యల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవనియును మనము భావించవచ్చును. నక్షత్రముల వ్యాసములను ప్రత్యక్షముగా కొలుచుటవలనకూడ వాని ఘనపరిమాణములలో వ్యత్యాసము లున్నవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి పైరీతిగా అరసిన ఫలితము తప్పుకాదని వ్యక్తమగును.

అందుచేత ఇంచుమించు సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగి యుండి, B వర్ణమాలావర్ణమునుండి M వర్ణమాలావర్ణమునకు పోవుసరికి క్షీణించుచున్న యధార్థదీప్తిని కలిగిన నక్షత్రముల సంఖ్య చాల హెచ్చనియును, K, M వర్ణమాలావర్ణముల నక్షత్రములలో కొన్ని అధికఘనపరిమాణయుతములై అధిక దీప్తిని కలిగియున్నవనియును, B వర్ణమాలావర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రములలో అల్పదీప్తిమంతములై అల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవి కొద్దిగానున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును. ఈమూడు తరగతులకును చెందిన నక్షత్రములలో సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగియున్న నక్షత్రములకు ప్రధానశ్రేణి తారలనిపేరు. మిగిలిన రెండుతరగతులలోను K, M వర్ణ మాలావర్ణములకు చెంది ఎక్కువ ఘనపరిమాణమును కలిగి యున్నవానిని బృహత్తారలనియును, తక్కువ ఘనపరిమాణ మును కలిగిన B వర్ణమాలావర్ణ నక్షత్రములను శ్వేతవామన తారలనియును పేర్కొందురు. బృహత్తారలకంటె అధిక దీప్తి మంతములును, అధిక ఘనపరిమాణయుతములును నగు నక్షత్ర ములు కొన్నియున్నవి. వానికి మహాబృహత్తారలని పేరు.

నక్షత్రములను వామనతారలు, బృహత్తారలు అని మొదట వర్గీకరించుట వానిఘనపరిమాణములనుబట్టి జరుగలేదు. 1905 లో హెర్బ్స్ప్రింగ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఎరుపురంగు తారల విషయమై గావించిన యనుశీలనమునందు ఎక్కువ దీప్తికలవి, తక్కువదీప్తికలవి మాత్రమేగాని నడిమివిలువనుకలిగియున్నవి తారలోలేవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి ఎక్కువదీప్తికల తారలను



బృహత్తారలనియును, తక్కువదీప్తికల తారలను వామన తారలనియును ఆయన పేర్కొనెను. ఈరీతిగా తారలదీప్తినిబట్టి గావించిన విభజన కనుగుణముగనే వాని ఘనపరిమాణములు కూడ నున్నట్లు పిమ్మట వ్యక్తమైనది.

శ్వేతవామనతారలు : ఇంతవరకును శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలించిన నక్షత్రములలో శ్వేతవామనతారలసంఖ్య చాల తక్కువ. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది ఫాన్ మానెన్స్ నక్షత్రము. దీనివ్యాసము ఇంచుమించు భూవ్యాసమంత యుండును. సిరియస్ నకు సహచరనక్షత్రమైన సిరియస్ B యును, ఎరిడానీ B యును మరిరెండు ముఖ్యమైన శ్వేతవామనతారలు. సిరియస్ B నక్షత్ర ఘనపరిమాణము భూఘన పరిమాణమునకు కొద్దిగా హెచ్చుగానుండిన నుండవచ్చును గాని దాని ద్రవ్యరాశిమాత్రము భూద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,00,000 రెట్లున్నది. దీనినిబట్టి శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు అత్యల్పములేమైనను వాని సాంద్రతలుమాత్రము అత్యధికములని మనకు వ్యక్తమగును. ఈతారల యుపరితల తాపక్రమముకూడ హెచ్చుగనేయుండును. అందుననే యవి తెల్లనికాంతితో ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు తక్కువగుటవలన వానిదీప్తి మిక్కిలి తక్కువగనుండును. అందుచే వాని నవేక్షించుట కడుదుర్లభము. శ్వేతవామనతారలలో మొదట నవేక్షితమైనది సిరియస్ B. అది 1915 లో కనుగొనబడినది. ఆతరువాత ఏడుసంవత్సరములకుగాని మరియొక శ్వేతవామనతార కనుగొనబడలేదు.

శ్వేతవామనతారలను కనుగొనుటకై 1927 వ సంవత్సరము నుండియు నొక క్రొత్తపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా రమారమి 20 సంవత్సరముల కాలములో సుమారు 80 శ్వేతవామనతారలను వారు కనుగొనగలిగిరి.

బృహత్తారలు : నక్షత్రముల వర్ణమాలావర్ణములకును వాని యధార్థదీప్తులకును గల సంబంధమును నిరూపించు చిత్రములో ప్రధానశ్రేణితారల కొకనైపున మూలలో శ్వేత వామనతారలును, వానికెదురుగానున్న మూలలో బృహత్తార లును నుండును. అందుచేత బృహత్తారలలక్షణములు శ్వేత వామనతారలలక్షణములకు పూర్తిగా విరుద్ధముగానుండునని చెప్పవచ్చును. బృహత్తారలు అత్యల్పమైన సాంద్రతగలవి; కాని వాని ఘనపరిమాణములు చాలహెచ్చు. ప్రధానశ్రేణి తారల ఘనపరిమాణములకంటెను కూడ వీని ఘనపరిమాణము లధికమే. కొన్ని వేలసూర్యులను చేర్చినచో ఇంటువంటి తార యొకటి యేర్పడును. ఈతారల యుపరితలతాపక్రమములు శ్వేతవామనతారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను, ప్రధాన శ్రేణితారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను కూడ చాల తక్కువ. అందువలన వీని యుపరితలములందు ప్రతి చతురపు సెంటీమీటరు భాగమునుండియు ప్రసరితమగుకాంతి చాల తక్కువగనుండును. వీని యుపరితలతాపక్రమములు తక్కువగుటవలన నివి ప్రసరించుకాంతి సాధారణముగా ఎరుపు రంగుగా నుండును. అందుచేతనే వీనికి బృహదాకుణతారలను నామ మేర్పడినది. బీటల్ గాజ్, ఆంటారెస్, ఒమికాన్ సిటి



## నక్షత్రములు

మున్నగునవి యీతరగతి తారల కదాహరణములు. సూర్య గోళఘనపరిమాణమునకు బీటల్ గాజ్ నక్షత్రఘనపరిమాణము సుమారు 200 లక్షలరెట్లును, ఆంటారెస్ నక్షత్రఘనపరిమాణము 1100 లక్షలరెట్లును నుండును.

ప్రధానశ్రేణితారలు : నక్షత్రములలో నూటికి 80 పాళ్ళీనర్గమునకు చెందినవి. వీని ఘనపరిమాణములు శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములంత తక్కువయునుగాక, బృహదాదుణతారల ఘనపరిమాణములంత యెక్కువయునుగాక సామాన్యముగా సూర్యుని ఘనపరిమాణమంత పరిమాణమును గలిగియుండును. ఈతారల ద్రవ్యరాసులలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను కొద్ది వ్యత్యాసములున్నవి. ఈవ్యత్యాసములనుబట్టియే వాని వర్ణమాలావర్గములలోను, అవి ప్రసరించుకాంతులవర్ణములలోను తేడాలుకలుగుచున్నవి. నీలికాంతితో తేజరిల్లు నక్షత్రములనుండి శోణవర్ణముతో ప్రకాశించు నక్షత్రములవరకును వీనియందున్నవి. ఈవర్గమునకు చెందిన తారలలో ఎక్కువసాంద్రమైనవి నీలితారలు ; తక్కువసాంద్రమైనవి ఎరుపుతారలు. **శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్**

వృద్ధిక్షయతారలు **తేలములు. (కృష్ణజిల్లా.)**

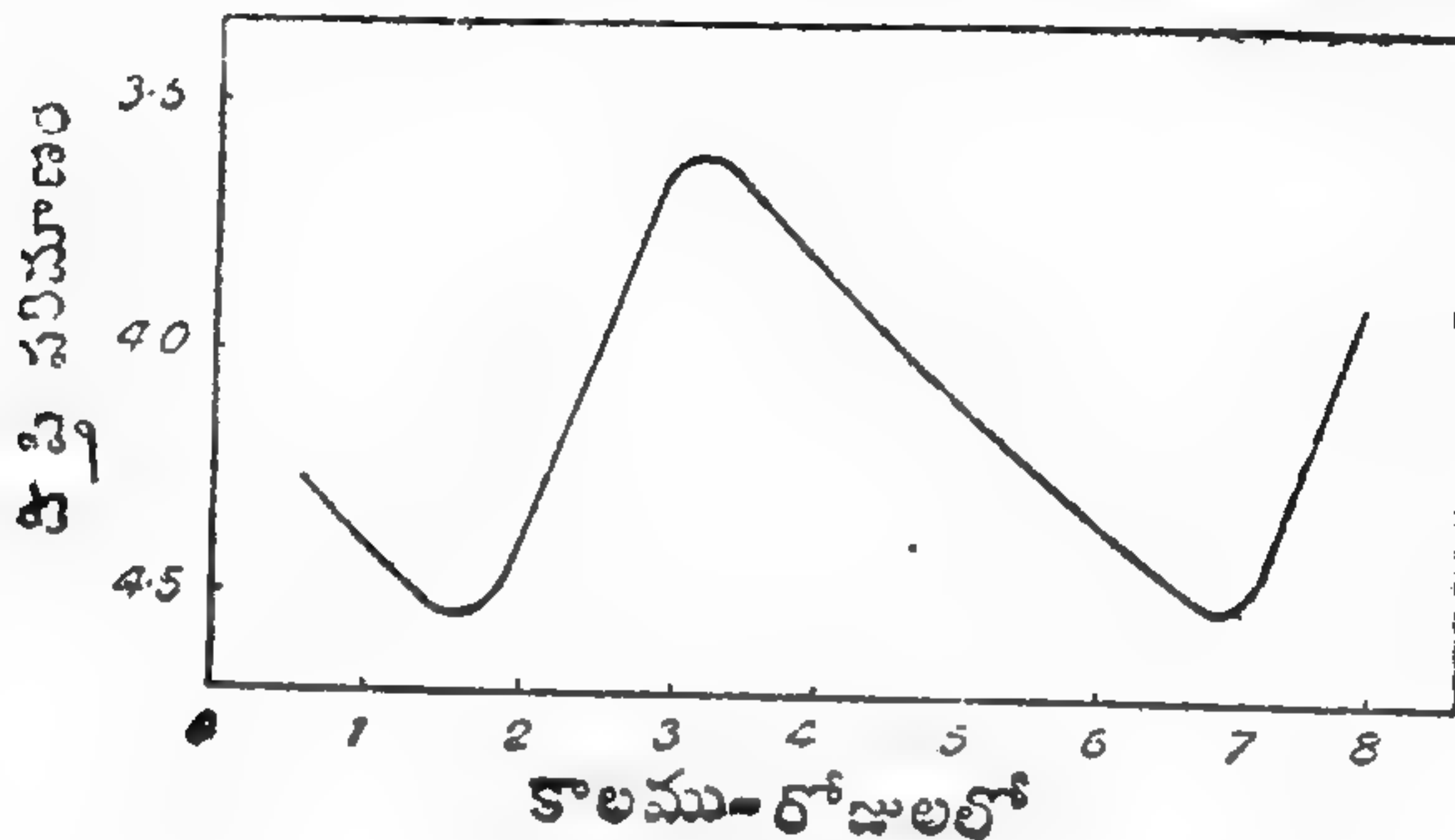
నక్షత్రముల ననుశీలించినయెడల సాధారణముగా నవి యన్నియు హెచ్చుతగ్గులులేని దీప్తితో ప్రకాశించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని కొన్ని నక్షత్రముల దీప్తులు మాత్రము ఎల్లిప్పుడును సమానముగానుండక, పర్యాయముగా హెచ్చుచు తగ్గుచు నుండును. ఇట్టి నక్షత్రములకు వృద్ధిక్షయతార అని

పేరు. వృద్ధిక్షయతారల దీప్తులలో వచ్చుమాపులు అన్నిటి యందును సమానముగా నుండవు. కొన్నింటిలో నీ పూర్వులు తు. చ. తప్పకుండ ఒక నియమము ననుసరించి జరుగును ; మరికొన్నింటిలో నామాపు పూర్తిగా క్రమరహితము. ఇక కొన్ని నక్షత్రములు అత్యల్పదీప్తిమంతములై యున్నవి యొక్క సారిగా అధికదీప్తిని పొంది, ఆదీప్తితో కొంతకాలము తేజరిల్లి, పిమ్మట ఆదీప్తిని గోల్పోయి మరుగుబడిపోవును. ఈరీతిగా వృద్ధిక్షయతారలదీప్తులందు సంభవించునట్టి మాపులనుబట్టి హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయాచార్యుడగు డాక్టరు పిక్కర్డ్ వానిని 5 తరగతులుగా విభజించెను. (1) సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు, (2) దీర్ఘవ్యవధి వృద్ధిక్షయతారలు, (3) గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలు, (4) క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు, (5) నూతనతారలు అని ఆతరగతులకు పేర్లు. వీనిలో సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలును, దీర్ఘవ్యవధివృద్ధిక్షయతారలును, గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలును నియత క్రమములో వృద్ధిక్షయములనుపొందు తారలు. అందుచే వీనిని ఆవర్తి వృద్ధిక్షయతారలని పేర్కొందురు. క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలును, నూతనతారలును నియమరహితముగా వృద్ధిక్షయమును పొందును. తన్మూలమున వీనికి ఆవర్తరహితవృద్ధిక్షయతారలను నామ మేర్పడినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు : సిఫియస్ నక్షత్రరాశిలోని డెల్టానక్షత్రమొక విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార. దీని ముఖ్య లక్షణము రమారమి 24 గంటల కాలములో గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, ఆ తరువాత సుమారు 4 దినములకాలములో క్రమముగా కనిష్ఠ



దీప్తిని బడయుట; అనగా దానిదీప్తి వేగముగావృద్ధిచెంది నెమ్మదిగా క్షీణించును. ఈరీతిగా రెండువరుసగరిష్టదీప్తుల మధ్యవ్యవధి



40 వ చిత్రము

సిఫియైవృద్ధిక్షయతార (డెల్టాసిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

5.37 దినములు ఉండును. ఈవ్యవధిని ఆనక్షత్రముయొక్క ఆవర్తనకాలమని మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈఆవర్తనకాలములోమాత్రమే మెన్నడును ఈషణ్ణాత్రమైనను తేడారాదు. ఇట్లు నియమబద్ధమైన తక్కువ ఆవర్తనకాలములుగల తారలకు సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలనిపేరు. వాని కా పేరు డెల్టాసిఫియై నక్షత్రమువలననే వచ్చినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలలో నన్నింటి యావర్తనకాలములును సమానపరిమాణమును కలిగియుండవు. కొన్నిగంటలు మొదలు 50 దినములవరకును ఆవర్తనకాలములుగల తారలు వీరియందున్నవి. ఈవిధముగా ఆవర్తనకాలములలో గల వ్యత్యాసములనుబట్టి తారాపుంజ వృద్ధిక్షయతారలు, పురాణ

వృద్ధిక్షయతారలు అని సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలను రెండువర్గములుగా విభజించిరి. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలలోని వృద్ధిక్షయతారల సరాసరి ఆవర్తనకాలము 0.56 దినము లుండును. వీనిలో హెచ్చుభాగము గోళాకారనక్షత్రసమూహములందే యుండుటవలన తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలను పేరు వీని కేర్పడినది. వీనిలో వట్టికంటి కగపడు నక్షత్రము లేమియును లేవు. పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలు. వీనిసరాసరి ఆవర్తనకాలము సుమారు 5.6 దినము లుండును. డెబ్బా సిఫియై, పొలారిస్ (ఉత్తర ధ్రువనక్షత్రము) ఇందు కుదాహరణములు. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలకంటె పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ దీప్తిమంతములైనవి. వీనిలో వట్టికంటికి కనపడునవి అనేకములుగలవు.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు మొత్తముమీద ఎక్కువ దీప్తి కలిగినవి. వాని విచిత్రమైన యొకలక్షణము ఆవర్తనకాల మధికమైనకొలదియు వాని యథార్థదీప్తి లేదా సరాసరిదీప్తి అధికమగుట. 1 దినము ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతార సరాసరిదీప్తి సూర్యునిదీప్తికి 100 రెట్లుండును. 10 దినములు ఆవర్తనకాలముగలది సూర్యునికంటె 1000 రెట్లు దీప్తి మంతముగానున్నది. ఈవిషయమును హర్వర్డు విశ్వవిద్యాలయమునకుచెందిన లీవిట్ అను యువతి 1912 లో కనుగొనెను. ఆతరువాత కొన్ని సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల దూరములను కనుగొని, వాని యథార్థదీప్తులను కట్టి ఆవర్తనకాలములకును, యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధమును నిరూపించు రేఖాపట



మును పేన్నేవిజ్ఞాని బడసెను. ఏదైననొక సిఫియైవృద్ధిక్షయ తార యావత్తనకాలము తెలిసినచో, నా రేఖాపటసాహాయ్యమున దాని యథార్థదీప్తిని, దానినిబట్టి దానిదూరమును కనుగొనవచ్చును. బహిష్కృతాక్షిక నెబ్యులాల దూరములను కొలుచుటకు చక్కనిసాధనములుగా సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలను హబుల్ విజ్ఞాని యుపయోగించెను.

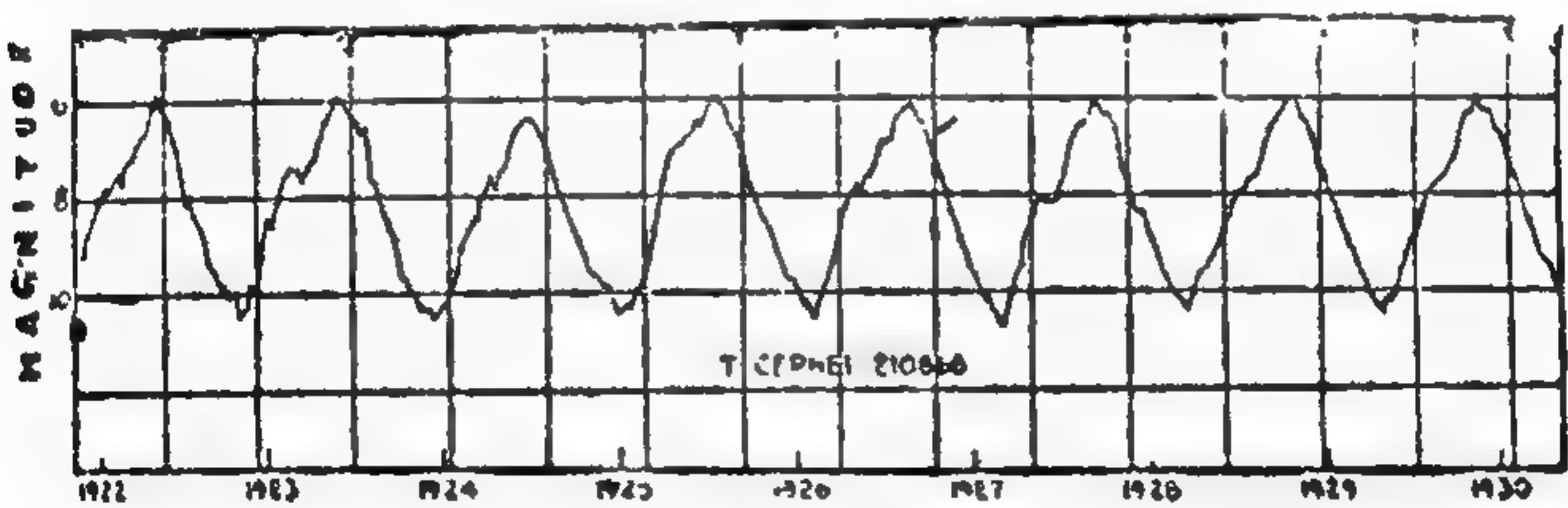
సిఫియైతారలదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందుటకుగల హేతువులనుగూర్చి పలువురుశాస్త్రజ్ఞులు పలురీతుల యూహించిరి గాని వారిలో పేన్నే, స్లమ్మరువిజ్ఞానులు ప్రతిపాదించిన స్పందనసిద్ధాంతమే పెక్కుర కంగీకారమైనది. ఈనక్షత్రములు పర్యాయముగా సంకోచమును వ్యాకోచమును పొందుచున్నవని వారూహించిరి. నక్షత్రము వ్యాకోచించినపుడు దాని ఉపరితల వైశాల్య మధికమై, దానినుండి వికీర్ణమగు మొత్తముకాంతి కూడ అధికమగుటచేత అది యెక్కువదీప్తితో వెలుగొందును.

ఇక ఆనక్షత్రము సంకోచించినపుడు దాని ఉపరితలవైశాల్యము తక్కువగుటవలన దానినుండి వికీర్ణమగు మొత్తముకాంతికూడ తగ్గి, దానిదీప్తి క్షీణించును.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు సంకోచవ్యాకోచములను పొందునపుడు వాని వ్యాసములలో రమారమి నూటికి 10, 15 పాళ్ళు మాడ్చువచ్చును. మరియును నక్షత్రము సంకోచమును పొందినపుడు దాని అంతస్తాపక్రమమధికమై, వ్యాకోచమును పొందినప్రదేశి తగ్గును. ఈరీతిగా వాని తాపక్రమమందు వచ్చునట్టి మాడ్పు వేలస్క్రీలలో నుండును. తాపక్రమమందు

సంభవించునట్టి యీమామృత కనుగుణముగా వాని వర్ణమాలలందు మామృత జనించును. కాని సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు చాల దర్శననుండుటచేత వాని యన్నింటి వర్ణమాలలను తీసి పరిశీలించుటకు వీలుచిక్కకున్నది. ఇంతవరకు రమారమి 155 సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల వర్ణమాలలనుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు తీయగలిగిరి.

దీర్ఘవ్యవధి వృద్ధిక్షయతారలు : సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల ఆవర్తనకాలము కొన్నిగంటలు మొదలు కొన్ని దినములవరకు మాత్రమే యుండును. కాని కొన్ని సంవత్సరముల ఆవర్తనకాలములుగల వృద్ధిక్షయతారలుకూడ ననేకములున్నవి. కొద్దితేడాలున్నను, వీని ఆవర్తనకాలములుకూడ ఒక క్రమము ననుసరించియే యుండును. ఎరుపురంగు తారలలోను, బృహత్తారలలోను ఇటువంటి నక్షత్రములు కొన్ని యున్నవి. ఆర్. సర్పెంటిస్, టి. సిఫియై నక్షత్రములిందుకు



41 వ చిత్రము

దీర్ఘవ్యవధివృద్ధిక్షయతార (టి-సిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

మంచి నిదర్శనములు. ఆర్. సర్పెంటిస్ యొక్క ఆవర్తనకాలము 357 దినములు; టి. సిఫియైయొక్క ఆవర్తనకాలము 387 దినములు.



క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు : కొన్నితారల దీప్తులందుకలుగు వృద్ధిక్షయములలో నొక క్రమమేమియు నుండదు. అవి యెప్పుడు గరిష్ఠదీప్తిని పొందునో, గరిష్ఠదీప్తిని పొందినపుడేపరిమాణతారగా నవి తేజస్వినులనో మనము చెప్పలేము. ఈరీతిగా దీప్తియందు వృద్ధిక్షయములను పొందుటలో నొక క్రమము ననుసరించని తారలకు క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలని పేరు. ఎఱ్ఱరంగు నక్షత్రములలోనే యిట్టితారలుకూడ మనకు ప్రత్యక్షమగును. ఒరయన్ రాశిలోని బీటల్ గాజ్ నక్షత్రము ఈరకముతారల కొక మంచి యుదాహరణము. ఈతరగతి తారల దీప్తులయందు వృద్ధిక్షయము ల్లిట్లు క్రమరహితముగా జరుగుటకుగల కారణము శాస్త్రజ్ఞుల కింతవరకు పూర్తిగా నవగతముకా లేదు. ఈనక్షత్రములపైన తక్కువ కాంతిమంతమైన మేఘము లున్నవనియును, ఈమేఘములానక్షత్రములకును మనకును నడిమికివచ్చినపుడు ఆనక్షత్రముల కాంతి తగ్గుననియును, అవి ప్రక్కకు పోయినపుడు ఆనక్షత్రము లధికదీప్తితో ప్రత్యక్షమగుచున్నవనియు నొక వాదమున్నది. ఈవాద మెంత వరకు సమంజసమైన దన్నది యొక పెద్దప్రశ్నము !

నూతనతారలు : వృద్ధిక్షయతారలలో మిక్కిలి విచిత్రమైనవి నూతనతారలు. ఒకవిధముగా నివియును నియతవ్యవధి లేని వృద్ధిక్షయతారలే. ప్రారంభమం దివి వృద్ధిక్షయతార కానరానియంత అల్పదీప్తిమంతములై యుండును ; ఆతరువాత హఠాత్తుగా నివి యధికదీప్తినిపొంది ఒక్కొక్కపుడు సిరియస్,

గురుకు, శుక్రగువంటి నభోమూర్తుల కంటెనుకూడ హెచ్చు దీప్తితో కొంతకాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట క్రమముగా తమ దీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి మరుగుపడిపోవును. నూతననక్షత్రముల ముఖ్యమైన లక్షణమిదియే. ఇట్లవి మరుగుపడిపోవుట తాత్కాలికమైనను కావచ్చును ; లేదా శాశ్వతమైనను కావచ్చును.

గతశతాబ్దములో నూతన నక్షత్రములను కొన్నింటిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి రికార్డు చేసిరి. వానిలో ముఖ్యమైనది 1572 వ సంవత్సరము నవంబరు నెలలో టైకోబ్రాహి యవేక్షించినట్టిది. ఇది రెండుదినములలో రమారమి శుక్రని దీప్తి యంత దీప్తిని పొంది, పగటిసమయమునకూడ కనిపించినదట. ఆవిధముగా నిది రమారమి 16 నెలల కాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట అన్యశ్యమైనది. 1604 లో ఒసియూఖస్ రాశియందొక నూతననక్షత్రమును కెప్లర్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. టైకోబ్రాహి యవేక్షించిన నూతననక్షత్రమంత కాకపోయినను గురుగ్రహదీప్తితో తుల్యమైన దీప్తి నిది పొందినది. ఈ శతాబ్దప్రారంభము నుండియును కేవలము వట్టికంటికో నవేక్షించి గాక ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఛాయాచిత్రములను తీసి నూతననక్షత్రములను కనుగొను పద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞు లనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా ననేక నూతననక్షత్రము లిటీవల యవేక్షితములైనవి. 1900 ల సంవత్సరమునుండియు నవేక్షితములైన నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలిదీప్తిమంతమైన వానిని 281 వ ఫుటలోని పట్టికను బట్టి తెలిసికొనవచ్చును.



పట్టిక

నూతన నక్షత్రము పేరు.	అవేక్షింపబడిన సంవత్సరము	గరిష్ఠ దృశ్యదీప్తి
నోవా పెర్సే	1901	0.2
నోవా లాసెర్టి	1910	4.6
నోవా జెమినిరమ్	1912	3.5
నోవా సగిట్టె	1913	7.2
నోవా ఏక్విలె	1918	1.1
నోవా లైరా	1919	6.5
నోవా ఒసియూఫై	1919	7.4
నోవా సెగ్నె	1920	2.0
నోవా ప్సిఓరిస్	1925	1.2
నోవా హెర్క్యులిస్	1934	1.4
నోవా లాసెర్టి	1936	1.9
నోవా ప్యూసిస్	1942	0.4
నోవా కొరోనా బారియాలిస్	1946	3.2

నూతననక్షత్రములుకొత్తగా జనించిన నక్షత్రములని శాస్త్రజ్ఞులు ప్రారంభమున తలచుచుండెడివానుగాని యిటీవలి పరిశోధనలవలన నది సత్యముగాదని తెల్లమైనది. ఆకాశములో నూతననక్షత్రము ప్రత్యక్షమైనతావున అత్యల్పదీప్తిమంతమైన నక్షత్రమొకటి అంతకు ముందే యుండియున్నట్లు అనేకనూతన

నక్షత్రముల విషయములో స్పష్టమయ్యెను. 1934 లో హెక్టోగ్రాఫ్ రాశియం దగపడిన నూతననక్షత్రము ఆదిలో 15 వ పరిమాణతారగా నుండెడిది. ఆతరువాత కొద్దిదినముల వ్యవధిలో 1.4 పరిమాణతారగా నది పరివర్తనమందినది. 1901 లో పెర్సియస్ రాశియం దగపడిన నూతననక్షత్రవిషయమునకూడ నింతే. వట్టికంటి కగపడుటకు మూడుదినములకు పూర్వము 13 వ పరిమాణతారగా నదియుండెను. ఆ తరువాత ఇంచుమించు 3 దినముల కాలములో రమారమి 1,00,000 రెట్లు దీప్తినిపొంది, 0.1 పరిమాణతారగానది పెంపొందినది. ఆతరువాత సుమారు 18 నెలలకది ఆ యధికదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి తన తొల్లింటి పరిమాణమునకు దిగజారినది. దూరదర్శినితో చూచినయెడల ఇప్పటికీని నది ఆకాశమం దామండలములో గోచరమగుచునేయుండును. 1942 లో గరిష్ఠదీప్తిని పొంది ప్యూసిస్ రాశియందు గోచరమైన నూతననక్షత్రముకూడ గణనీయమైనదే. రమారమి 17 వ పరిమాణనక్షత్రమునుండి యనతికాలములో నది ప్రథమపరిమాణతారకంటెనుకూడ దీప్తిమంతమైన నక్షత్రముగా పరిణామము పొందినది. కాని ఆ గరిష్ఠదీప్తితో చాలకాల మది ప్రకాశింపలేదు. గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన మరుచటిదినమునుండియే దానిదీప్తి తగ్గుట కారంభించినది ; ఒక నెలదినములలోనది ఆరవపరిమాణతారకంటెను తక్కువపరిమాణముగల తారగా మార్పునుపొంది, వట్టికంటికి ఆనదయ్యెను. అంతకునుండి దానిదీప్తియందు తగ్గుదల చాల తక్కువగనే యున్నది.



నూతననక్షత్రముల దీప్తియం దీర్ఘిగా అత్యధికమైన  
 మార్పుచచ్చుటకు గలకారణము శాస్త్రజ్ఞులకకూడ పూర్తిగా  
 స్పష్టముకాలేదు. నూతననక్షత్రగర్భమందు, ఏపేతువుచేతనో  
 తెలియదు గాని, అత్యధిక పరిమాణమున ఉత్పన్నమగు  
 జరిగియుండుననియును, ఈఉత్పన్నమగు ఫలితముగా సంభవిం  
 చిన అత్యధికతాపక్రమమువలన ఆనక్షత్రమధికదీప్తిని పొంది  
 యుండుననియును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. నూతన  
 నక్షత్రములు అధికదీప్తిని పొందియున్న సమయములందు వానిని  
 చుట్టియుండెడి వాయువుల వర్ణమాలలను దీసి యనుశీలించుట  
 వలన, ఆవాయువులు సెకనునకు కొన్నివందలమైళ్ళ వేగముతో  
 ప్రయాణముచేయుచున్నట్లుల వ్యక్తమైనది. అందుచేత నూతన  
 నక్షత్రములందు ఉత్పన్నమగు సంభవించుచున్నవని భావిం  
 చుట కవకాశముకలుగుచున్నది. గరిష్ఠదీప్తిని పొందినతరువాత  
 నూతననక్షత్రముల నవేక్షించినచో వానిని పరివేష్టించి అతి  
 పలుచనైన ద్రవ్య మున్నట్లులను, ఆద్రవ్యము క్రమముగా  
 వ్యాకోచమును, నడుమనున్న నూతననక్షత్రముమాత్రము  
 సంకోచమును పొందుచున్నట్లులను వ్యక్తమగును. నూతన  
 నక్షత్రగర్భమందు ఉత్పన్నమగు జరుగుటచేతనే యవి అధిక  
 దీప్తిమంతములయ్యెనను అభిప్రాయము నీ నిదర్శనముకూడ  
 రూఢమొనర్చుచున్నది.

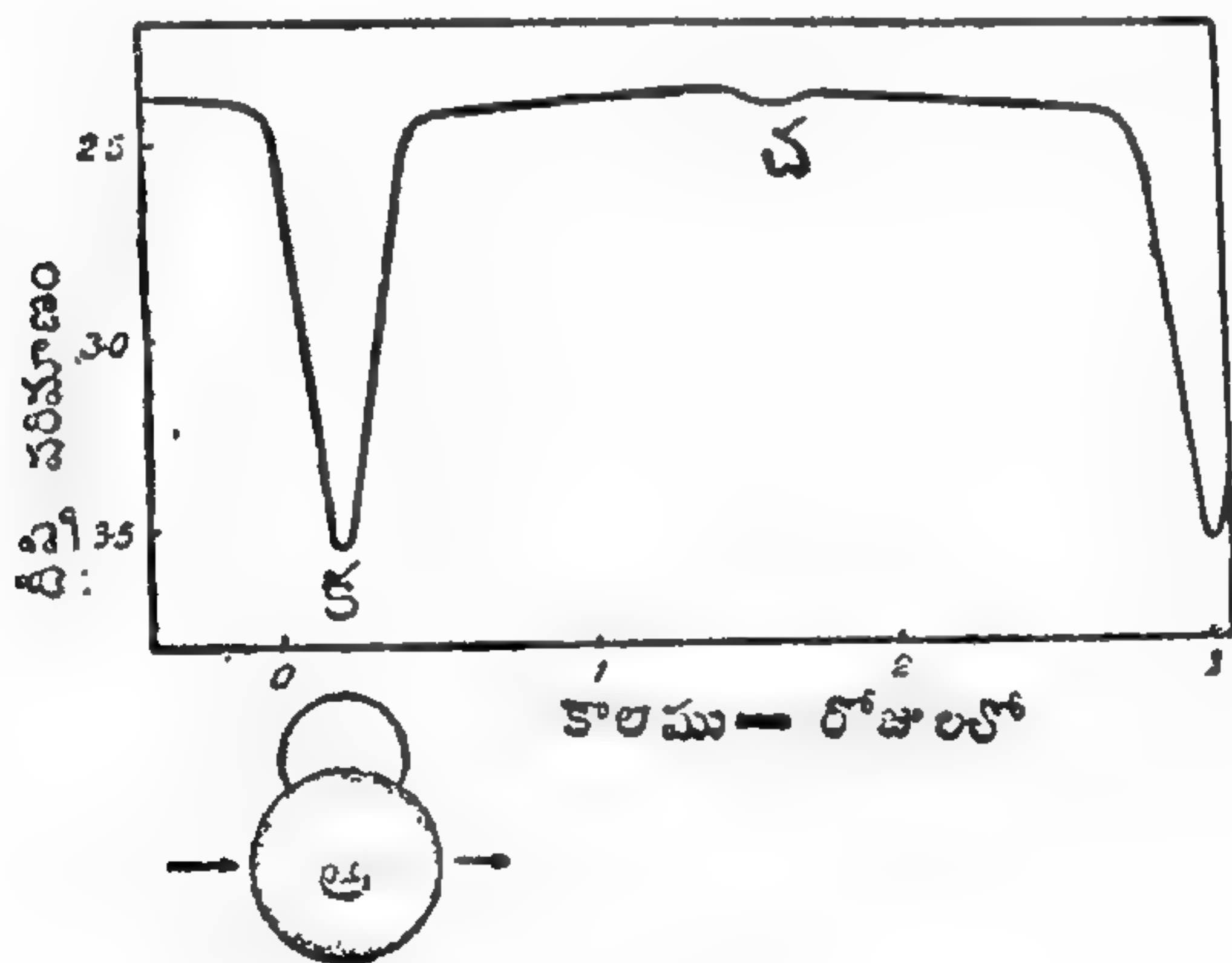
సాధారణముగా నూతననక్షత్రములన్నియును కంటికి  
 ఆనని స్థితినుండి హఠాత్తుగా నొక్కసారి అత్యధికదీప్తినిబొంది,  
 పిమ్మట క్రమముగా తమదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి కంటికి ఆన

కుండ పోవును. ఆతరువాత మరల నానక్షత్రము హెచ్చుదీప్తిని పొందదు. నూతననక్షత్రములన్నియు సామాన్యముగా నీ ప్రకృతినే కలిగియున్నను, కొన్నికొన్ని నూతననక్షత్రములు మాత్రము ఒకసారి గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, తిరిగి దానిని గోల్పోయి, అటుతరువాత మరికొంతకాలమునకు తిరిగి అధికదీప్తినిపొంది, తిరిగి ఆదీప్తిని కోల్పోవుట.....కలదు. ఈవిధముగా రెండు మూడుసార్లు వానిదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందును. ఇంత వరకు నిట్టి నూతననక్షత్రములను మూడింటినిమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించిరి. వీనికి పునరావృత్తనూతననక్షత్రములనిపేరు. 1896, 1933 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన ఆర్. ఎస్. ఒఫియూఖై నక్షత్రమును, 1890, 1902, 1920, 1945 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన టి. పైక్సిడిస్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలి హెచ్చుదీప్తిని పొందిన వానిని 'సూపర్ నోవా' లని పేర్కొందురు. నూతననక్షత్రముల గరిష్ఠదీప్తి -9 పరిమాణనక్షత్రదీప్తికంటె ఎక్కువ యుండదు; సూపర్ నోవాల గరిష్ఠదీప్తి -12 నకు -16 నకును మధ్యపరిమాణములుగల నక్షత్రముల దీప్తులతో తుల్యముగ నుండును. వీనిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందినపు డవి యేపరిమాణనక్షత్రముగ నుండునో యింతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనలేకపోయిరి. నూతననక్షత్రములకును, సూపర్ నోవాలకును గల వ్యత్యాసము వాని గరిష్ఠదీప్తులకంటెనుకూడ వాని వర్ణమాలలందు హెచ్చుగా వ్యక్తమగును.



గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలు : వృద్ధిక్షయతారలలో మరొక తరగతికి చెందినవి గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలు. వీని దీప్తులలో గోచరమగుచున్న వృద్ధిక్షయములు వాస్తవముగా వాని యథార్థదీప్తులలో కలుగుచున్న వృద్ధిక్షయములనలన సంభవించుటలేదు. భూసూర్యులకు నడుమగా కాంతిహీనమైన చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుని దృశ్యదీప్తి యేరిగితే తగ్గుచున్నదో ఆరిగితే నక్షత్రములజంటలలో కాంతిమంతమైన యొకనక్షత్రము చుట్టును తిరుగుచున్న కాంతిహీనమైన నక్షత్రము అవేక్షకునకును, ఆకాంతిమంతమైన నక్షత్రమునకును



42 వ చిత్రము

గ్రాహివృద్ధిక్షయతార దీప్తిరేఖాపటము.

నడుమగా వచ్చుట తటస్థపడినపుడు, కాంతిమంతమైన నక్షత్ర దీప్తిలో తగ్గుదల అభివ్యక్తమగును. అందుచేత నది వృద్ధిక్షయ తారగా గోచరమగును. పెర్సీయస్ రాశిలోని ఆల్ఫా (బీటా

పెక్ పై) నక్షత్రము గ్రహాన్వయక్షయతారలకు విలక్షణమైన యుదాహరణము. ఇట్టి నక్షత్రములను గూర్చి చర్చించుటకు ముందు నక్షత్రసమూహములనుగూర్చి వివరింపవలసియున్నది.

న క్ష త్ర స మూ హ ము లు

ఒకదానిప్రక్కనే యొకటి యుండునట్లు తెల్లని గోడ మీద రెండు సిరాబొట్టులను వేసి, కొంచెము దూరమునుండి వానిని చూచినయెడల, అవిరెండును ఏకబిందువుగా గోచరమగును. కాని దగ్గరకు పోయిగాని, దూరదర్శినితో గాని వానిని చూచినచో రెండు వేర్వేరు బొట్టులుగనే యవి ప్రత్యక్షమగును. అట్లే వట్టికంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరమగు నక్షత్రములను దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు అందుకొన్ని రెండునక్షత్రములుగనో, మూడునక్షత్రములుగనో లేదా అంత కంటె నెక్కువ నక్షత్రములుగనో విడివడి కనిపించుటకలదు. ఇట్లు దూరదర్శినితో చూచినపుడు ఒకనక్షత్రము రెండుగా విడివడి కనిపించినచో అట్టి నక్షత్రములను జంటతారలు లేదా యుగళతారలనియును, రెండుకంటె ఎక్కువ నక్షత్రములుగా విడివడినచో వానిని బహుళతారలనియును, అసంఖ్యాకములుగా విడివడినచో వానిని తారాపుంజములనియును వ్యవహరింతురు.

యుగళతారలు : యుగళతారలందు చాక్షుషయుగళములు, భౌతికయుగళములు అని రెండురకములున్నవి. చాక్షుషయుగళములోని నక్షత్రములు రెండును భూమినుండి ఇంచుమించు ఒకేదృక్ రేఖలో నుండుటవలన ఒకదానికొకటి మిక్కిలి



## నక్షత్రములు

చేరువగా నుండినట్లు కనిపించుచుండును గాని వాస్తవముగా వాని నడుమ కొన్ని కోట్లమైళ్ళ దూరముండును; భూమితర నభోమూర్తి కేగి చూచినచో నవి రెండును రెండు విడినక్షత్రములుగా ప్రత్యక్షమగుననుటకు సందేహములేదు. చాక్సుషయుగళములోని నక్షత్రముల నడిమిదూరము మిక్కిలి యెక్కువ యగుటవలన వానినడుమ నెట్టి భౌతికసంబంధమును నుండదు; అవి యొకదానిపై నొకటి పరస్పరము ఎన్నదగిన గురుత్వాకర్షణబలమును ప్రవర్తించుకొనలేవు. అరుంధతీ వసిష్ఠ నక్షత్రములు, డెబ్బా హెక్సాగోన్ మున్నగునవి చక్కని చాక్సుషయుగళములు. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రముల మధ్యదూరము 12'. దృష్టిమాంద్యమున్నవారు ఆరెండు నక్షత్రములు విడివడియున్నవని గ్రహించలేరుగాని మంచి దృష్టిగలవారి కవిరెండును రెండు ప్రత్యేకనక్షత్రములుగ సులభముగనే గోచరించును. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రములవలె వట్టికంటికికూడ జంటతారలుగ గోచరించువానిని 'నేకెడ్ ఐ డబుల్స్' అని అందురు.

చాక్సుషయుగళములోని నక్షత్రములవలెగాక భౌతికయుగళములోని నక్షత్రములు సాపేక్షముగా సన్నిహితముగా నుండుటవలన నవి పరస్పర గురుత్వాకర్షణప్రభావమునకులోనై యుండి, వాని సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. యుగళతారలలోని రెండునక్షత్రములును ఎల్లప్పుడు సమానవర్ణమునే కలిగియుండవు. అట్లు భిన్నవర్ణములతో ప్రకాశించు నక్షత్రములలో ఒకదానిచుట్టు వేరొకటి తిరుగుచుండుటను దూరదర్శినితో తిలకించినపు డెంతమనోహరముగ

నుండును ! ఏయే పరిమాణముల తారలు ఎంతెంత దూరమున నున్నపుడు ఒకదానిపైనొకటి యెన్నదగిన ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తించజేసికొనగలవో ఐట్లు విజ్ఞాని గణించి, ఆయా పరిమాణముల నక్షత్రములు అంతదూరమునకు లోపుననున్నపుడే వానిని యుగళతారలని పేర్కొనుటకు వీలున్నదని ఒకనియమ మేర్పరచెను. అట్టి యుగళతారలను సుమారు 20,000 లను దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అయితే జంటతారలుగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య యింకను చాల అధిక మనుట నిర్వివాదము. ప్రతి 20 నక్షత్రములలోను 8 నక్షత్రములు జంటతారలని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

భౌతికయుగళములోని తారల ముఖ్యలక్షణము పరస్పర గురుత్వాకర్షణబలమునకు లోనై యుండుటగదా. భూసూర్య గోళములు ఒకదానిపైనొకటి పరస్పరము గురుత్వాకర్షణ బలమును ప్రవర్తించుకొనుచుండుటచేతనే అధికద్రవ్యసంచయముగల సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగుచున్నది. అట్లే భూచంద్రుల జంటలో, అవిరెండును ఒకదానిపైనొకటి గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగియుండుటవలన ఎక్కువద్రవ్యసంచయముగల భూమిచుట్టు తక్కువద్రవ్యసంచయముగల చంద్రగోళము తిరుగుచున్నది. ఆవిధముగనే భౌతికయుగళములోని తారలలో ఒకదానికంటె రెండవది మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యసంచయమును కలిగియున్నపుడు, ఎక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము చుట్టును తక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము తిరుగుచుండును. దాని పరిభ్రమణకాలమున, వేగమునుకూడ వాని



## నక్షత్రములు

పరస్పరాకర్షణబలమునుబట్టి యుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. కాని సాధారణముగా జంటతారలలో రెండింటి ద్రవ్యసంచయములకునూ అస్థికమైన వ్యత్యాసముండదు. ఆసందర్భములో నవిరెండును తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును తిరుగుచుండును. ఒకనక్షత్రము భౌతికయుగళమో, కావోయను విషయమును ఆయుగళములోని నక్షత్రములు తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవని నిరూపించుట నలసగాని, లేదా అవిరెండును సమాన యథార్థవేగముతో నంతరాళమున సంచరించుచున్నవని నిర్ధారించుటనలసగాని గ్రహింపనచ్చును. ఒక తారాయుగళములోని నక్షత్రములు అవేక్షకుని దృష్టిమార్గమున కష్టముగా గమించుచున్నయెడల దూరముననున్న నక్షత్రములనుబట్టి వానిస్థానమందు మార్పువచ్చును. భూమినుండి ఆనక్షత్రములదూరములు తెలిసినచో, ఆనక్షత్రములస్థానమందు వచ్చిన మార్పునుబట్టి వాని గమన వేగములను కనుగొనవచ్చును. నక్షత్రములు మన దృష్టిమార్గమున కష్టముగాగాక సరిగా మన దృష్టిమార్గములోనే, అనగా మనమీచికిగాని, లేదా మననుండి తిన్నగా వెనుకకుగాని ప్రయాణముచేయుచుండినట్లయిన, వానిస్థానములందు మార్పుగోచరముకాదు. కాబట్టి పైవిధముగా వీనివేగములను కనుగొనలేము. అట్టి నక్షత్రముల వేగములను వానివర్ణమాలల సాహాయ్యమున కనుగొందురు. నక్షత్రవర్ణమాలలందు ఫ్రాన్ హోఫ్ ర్ టేఖ్ లనేకములుండునుగదా. మనదృష్టిమార్గముయొక్కదిశలో సంచరించుచున్న యొకనక్షత్రము మననుండి దూరముగాపోవు

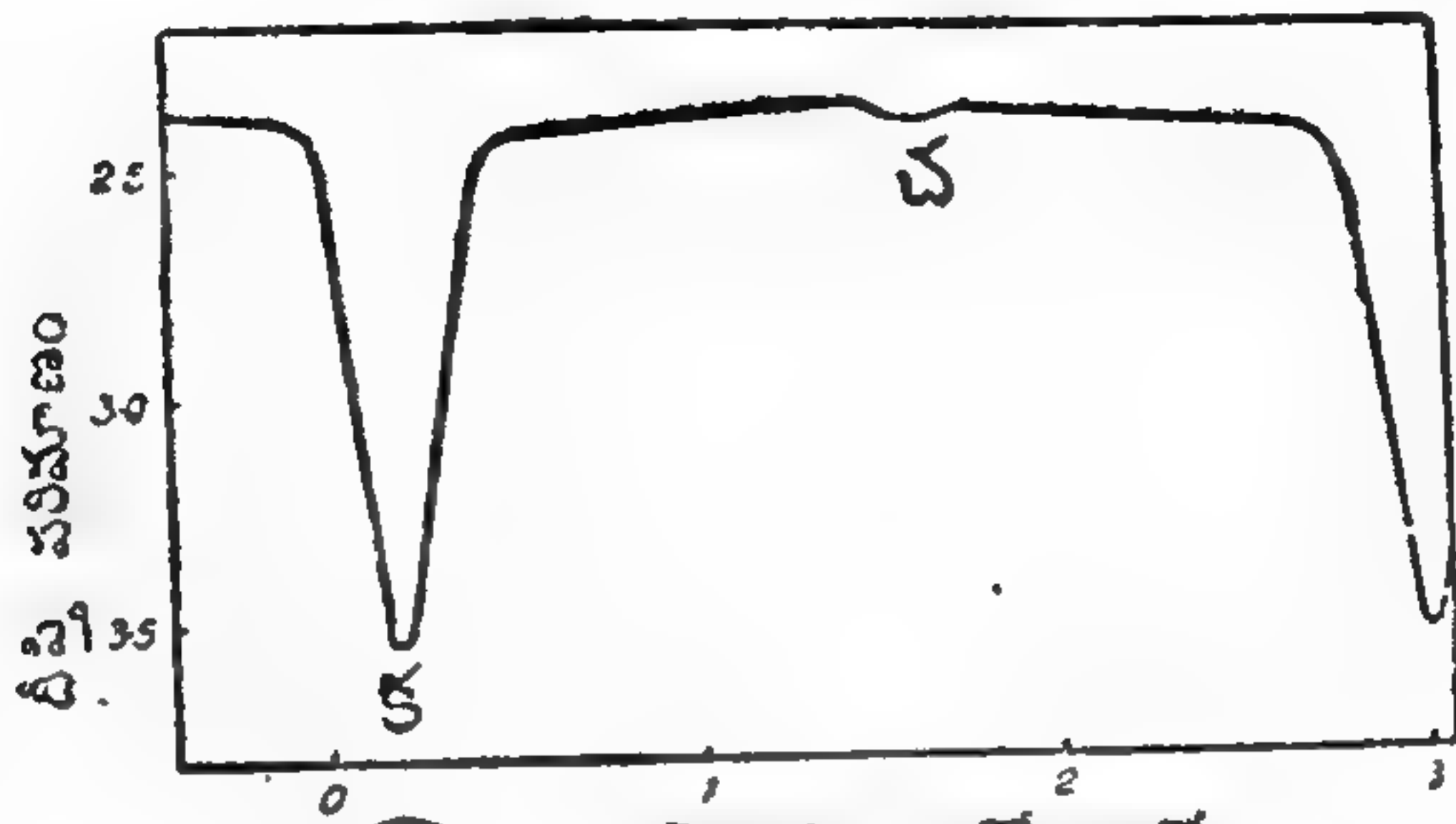
చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు సామాన్యముగనుండవలసినతావున నుండక, అన్నియును కలసి ఎరుపురంగునైపునకు జరిగి ప్రత్యక్షమగును; ఇకనక్షత్రము మన దృష్టిమార్గములో సరిగా మననైపునకు ప్రయాణముచేయు చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలన్నియును ఊదానైపునకు జరిగి గోచరమగును. ఈవిధముగా వర్ణమాలారేఖలస్థానమందు వచ్చిన అపసారపరిమితినిబట్టి ఆనక్షత్రముల వేగములను కనుగొనవచ్చును.

జంటతారలలో ఒకటి దీప్తిమంతమైనదియును, రెండవది దీప్తిహీనమైనదియును అయియుండి, ఆ జంటతారల పరిభ్రమణ కక్ష్యతలము అవేక్షకుని దృక్ రేఖాతలమందే యించుమించు ఉన్నచో, అవేక్షకునకును అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము నకును భ్రమగా దీప్తిహీనమైన నక్షత్రమునచ్చట తటస్థపడి నపుడు (శూనూర్ములకు నడుమ చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుడు గ్రస్తమైనట్లు) అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము గ్రస్తమగును; లేదా మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముకంటె తక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము ఘనపరిమాణములో చిన్నదియైనయెడల, మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రదీప్తిలో మాంద్యము హెచ్చుగానుండును. ఇట్టి జంటతారలను గ్రాహీయుగళతారలను ప్రత్యేకనామముతో వ్యవహరింతురు. గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలను మరియొక నామముకూడ వీనికిగలదు. పెర్సియస్ రాశికిచెందిన ఆర్గాల్ నక్షత్ర మిట్టిదే.

జంటతారలలో దూరదర్శినికూడ విడదీయజాలని కొన్ని నక్షత్రములయునికిని వర్ణమాలాదర్శిని సాహాయ్యమున కను



గానవచ్చును. అట్టేవానికి వర్ణమాలాయుగళములని పేరు. వర్ణమాలాయుగళపు వర్ణమాలను కొంత కాలవ్యవధిలో మరల



కాలము - వోల్టలలో

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయము  
తేలపాళ్యం. (కృష్ణా జిల్లా.)

43 వ చిత్రము

గ్రాహియుగళతార దీప్తిరేఖాపటము.

అ-అను దీప్తిహీనమైన తార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుచు అవేక్షకునకును దీప్తిమంతమైనతారకును సరిగా నడుమకు వచ్చినపుడు, దీప్తిమంతమైన తార అచ్చాదింపబడును గాన ఆయుగళ తారనుండి అవేక్షకుని చేరుకొను మొత్తముకాంతి క్షీణించి దానిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందును. చిత్రములో క- అనుబిందువు యుగళ తారయొక్క యీస్థితిని నూచించును. దీప్తిహీనమైనతార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, అవేక్షకునకును దీప్తిహీనమైన తారకును నడుమగా దీప్తిమంతమైన తార వచ్చినప్పుడు, దీప్తిమంతమైనతార యొక్కదానినుండిమాత్రమే తేజస్సు అవేక్షకుని చేరును కాబట్టి అప్పు డాయుగళముయొక్క మొత్తము దీప్తిలో కొద్దిపాటి తగ్గుదల సంభవించును. చిత్రములో చ- అను బిందు వీస్థితినినూచించును,

మరల తీసి పరీక్షించినయెడల, ఆవర్ణమాలయందలి ప్రతిరేఖ యును రెండుగా విడివడి ప్రత్యక్షమగును. వర్ణమాలాయుగళము లోని రెండుతారలును అవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందే యున్న పుడు, ఆ రెండుతారల వర్ణమాలారేఖలును ఒకదానితోనొకటి ఏకీభవించుటచేత, ఏకరేఖలుగనే యవి గోచరించును. కాని అవి యవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందు లేనపుడు దృక్రేఖాదిశయందు వాని వేగపరిమాణములు భిన్నమగుటవలన, వాని వర్ణమాలారేఖలు రెండుగా విడివడి కనపడును.

బహుళతారలు : దూరదర్శినితో చూచినపుడు వట్టి కంటికి ఏకనక్షత్రముగా కనపడుచున్న కొన్ని నక్షత్రములు మూడుగాని, నాలుగుగాని, అయిదుగాని, ఆరుగాని, ఏదో యొకపరిమితసంఖ్యగల నక్షత్రములుగా గోచరింపవచ్చును. ఇట్టి నక్షత్రములకు బహుళతారలనిపేరు. కేప్టర్ (ఆల్ఫాజెమి నోరమ్) నక్షత్రము బహుళతారలకొక యుదాహరణము. వట్టి కంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరించుచున్న యీతార సామాన్య దూరదర్శినితో చూచినపుడు జంటతారగా నగపడును. ఈ జంటతారలోని నక్షత్రములను వేర్వేరుగా వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు, అవి తిరిగి ఒక్కొక్కటి రెండేసిగా విడివడి నట్లు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా వట్టికంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరమైన యీతార నాలుగు నక్షత్రముల సమూహమని తెల్లమైనది. ఇక కేప్టర్ నక్షత్రమునకు రమారమి 7½" దూర మందు 9 వ పరిమాణమునకు చెందిన నక్షత్రమొకటియున్నది. ఈనక్షత్రమును వర్ణమాలాదర్శినితో ననుశీలించినచో నది



యొక జంటతారముని స్పష్టమగును. ఈతరు నక్షత్రములును కూడ పరస్పరగురుత్వాకర్షణబలమునకు లోనయియే ప్రసంగించుచున్నవి.

తారాపుంజము : తారాపుంజములందు వందలకొలది నక్షత్రము లుండును ; అవియన్నియు పరస్పరగురుత్వాకర్షణ బలమునకు లోనయికూడ నుండును. తారాపుంజములందలి నక్షత్రములన్నియును సమానపరిమాణమును, దిశయునుగల వేగముతో కలసికట్టుగా ప్రదేశమున సంచరించుచుండును. అట్లుగానిచో నవి వేనికవి చెల్లాచెదరై పోవునని వేరేచెప్ప నక్కరలేదు. అప్పుడవి పుంజముగా నెట్లుండగలవు !

తారాపుంజములందు వివృతపుంజములు, గోళాకార పుంజములు నని రెండురకము లున్నవి. చీకటిరాత్రులలో వట్టికంటితో స్టియడీస్ ను చూచినయెడల, 7 నక్షత్రముల గుంపుగా నది కనపడును. కాని అధిక అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో చూచినపుడు 5, 6 వందల నక్షత్రముల గుంపుగానది ప్రత్యక్షమగును. హయాడిస్, కొమా బెర్నినైసెస్ మున్నగునవికూడ ఇట్టి తారాపుంజములే. తారాపుంజములు వట్టికంటితో చూచినపుడు ఎక్కువ ఆకర్షణీయముగా నుండక పోవచ్చునుగాని దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు మాత్రము కడుమనోహరముగానుండును. నల్లని పృష్ఠభూమిపై తెల్లని కాంతులతో ధగధగమెరయుచున్న ఆవందలకొలదినక్షత్రములు నయనానందకరమైన దృశ్యమును ప్రదర్శించుటలో నబ్బర మేమున్నది !

స్లియడీస్ తారాపుంజమందలి యొకనక్షత్రమునకును మరియొకనక్షత్రమునకును నడుమ, ఆనక్షత్రము లొకదాని కొకటి యెట్టిసంబంధమునులేని ప్రత్యేకనక్షత్రము లనుకొనుటకు తగినంత యెడముండును. కాని పైనిపేర్కొనినట్లు ఇవియన్నియు ఒకేపరిమాణముగల వేగముతో ఒకేదిశగా ప్రదేశములో ప్రయాణముచేయుచున్నవి. ఇట్టిగుంపులనే వివృతతారాపుంజము లనిపేర్కొందురు. వివృతపుంజములన్నియును సాధారణముగా పాలపుంతయందుగాని, దానికి సమీపమునగాని యుండుట వలన, అవి యన్నియు మన గెలాక్సీకి చెందినవే యనుట నిశ్చయము. ఈకారణమున వీనికి గెలాక్టికపుంజము లనికూడ వ్యవహారమేర్పడినది. ఈగెలాక్టికపుంజములలో సూర్యకుటుం బమున కెక్కువ చేరువగానున్నది హయాడిస్. భూమినుండి దానిదూరము 130 కాంతిసంవత్సరములు. ఇంతవరకు రమారమి 300 వివృతపుంజములను శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. వివృత పుంజవ్యాసము సరాసరిని 20 కాంతిసంవత్సరము లుండును.

వివృతపుంజములందువలెగాక గోళాకారపుంజములందు వేలకొలదినక్షత్రములు, మిక్కిలి సన్నిహితముగా, చేరియుండును. ఇక పుంజము నడుమకు పోయినకొలదియు దానిలోని నక్షత్రములు క్రమముగా దట్టమగును. హెయ్కులస్రాశి లోని M-13 చక్కని గోళాకారపుంజము.

గోళాకారపుంజములనుగూర్చి ప్లేప్లేవిజ్జాని యెక్కువగా ననుశీలించెను. ఆయన యవేక్షణలవలన మననక్షత్ర కుటుంబములో రమారమి 93 గోళాకారపుంజము లున్నట్లు విదితమైనది. కాని మరికొన్ని గోళాకారపుంజములందుండుట కవ



కాశములేకపోలేదు. సాధారణముగా నివియున్నియును పాల పుంతయున్న భాగమునగాకదానికి వెలుపలనేయుండును. మన నక్షత్రములం బములో అవియేయెక్కువదూరమందున్న మూర్తులు. మననక్షత్రములంబపు సరిహద్దులందవి యున్నవని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. ఈ గోళాకారసమూహములలో భూమికి మిక్కిలిదగ్గరగా నున్నది 18,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నది 1,84,000 కాంతి సంవత్సరముల దూరమందును నున్నదని షేప్లేవిజ్ఞాని యూహించెను. ఈపుంజములందలి సిఫియైన్స్థిక్షయతారలనుబట్టియే వానిదూరములను కనుగొనుటకు వీలుచిక్కినది.

నక్షత్రమేఘములు : నక్షత్రసమూహములలో యుగళ తారలు, బహుళతారలు, తారాపుంజములునుగాక నక్షత్ర మేఘములను మరియొకతరగతి మూర్తులుకూడ నున్నవి. తారా పుంజములందు నక్షత్రములు వందలలోనో వేలలోనోయున్నచో నక్షత్రమేఘములందవి కోట్లలో నుండును. మన గెలాక్సీలోని నక్షత్రములు అన్నిదిశలలోను సమానసాంద్రముగా లేవు ; ఒక్కొక్కచోట ఎక్కువదట్టముగను, వేరొకచోట మిక్కిలి పలుచగను అమరి యవి యున్నవి. ఈవిధముగ ఎక్కువదట్టముగనున్న తావులందలి నక్షత్రములు మేఘమును స్ఫురింప జేయును. ఇట్టివానికే నక్షత్రమేఘములని పేరు. సగిటేరియస్ రాశిలో పెద్దనక్షత్ర మేఘమొకటి గలదు. మన గెలాక్టికమండలములోని నక్షత్రములలో ఎక్కువభాగ మిక్కడనే గుమికూడి యున్నవి. ఆకాశములో సూర్యుడున్న భాగముకూడ ఒక నక్షత్రమేఘములోనిదే. దానికి స్థానికనక్షత్రమేఘమని పేరు.

వట్టికంటికి కనపడుచున్న నక్షత్రములలో హెచ్చుభాగము ఈస్థానికనక్షత్రమేఘమునకు చెందియున్నవి. పాలపుంత తలమునకు రమారమి  $12^{\circ}$  ఏటవాలుగా దాని తలముగలదు. సుమారు 20,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమునకు వ్యాపించి యును, 7,000 కాంతిసంవత్సరముల మందమును కలిగియును నిది యున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

పాలపుంతప్రక్కగా నొకనైపున బహుదూరములో రెండునక్షత్రమేఘము లున్నవి. ఉత్తరార్ధగోళము కంటే దక్షిణార్ధగోళమునుండి యవేక్షించినపు డివి బాగుగా కనిపించుచు. దక్షిణార్ధగోళమందు మేగిలాన్ జలసంధులున్నతావు నుండి చూచినపుడివి ఇంచుమించు శీర్ష బిందుభాగముగుండ ప్రయాణముచేయుచున్న స్తగపడుటచేత, వీనికి మేగిలాన్ మేఘములను నామము లేర్పడినవి. వీనిలో పెద్దదానిని బృహస్పేగిలాన్ నక్షత్రమేఘమనియును, చిన్నదానిని అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘ మనియును పేర్కొందురు. ఈనక్షత్రమేఘములు పాలపుంతకు చాలదూరమున నొకనైపుననుండుటచేత, నివి మన గెలాక్టికమండలములోనివి కావనియును, అవి ప్రత్యేక గెలాక్టిక మండలములనియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 98,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, బృహస్పేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 85,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును నున్నవి. ఈనక్షత్రమేఘముల దూరములను వానియందున్న సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలను బట్టి శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి.



## గెలాక్సీలు; నెబ్యులాలు

మన గెలాక్సీ

ఆకాశములో ఇంచుమించు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న పాలపుంతనుగూర్చి ప్రస్తావనలో పేర్కొని యుంటిమి; నక్షత్రరాసులను, నక్షత్రసమూహములను గుర్తు పట్టుటకుగాను దాని సాహాయ్యమునుకూడ ననేకసందర్భము లలో గైకొనియుంటిమి. నిర్మలమైన చీకటిరాత్రులలో ఆకాశము వైపు చూచినయెడల నది మనదృష్టి నధికముగా నాకర్షించు ననుటకు సందేహములేదు. భూ పరిభ్రమణమువలన పాలపుంత లోని భిన్న భాగములు వేర్వేరు ఋతువులలో మనకు ప్రత్యక్ష మగుచుండును.

వృత్తికంటికి తెల్లని తేజోమేఘమువలె పాలపుంత ప్రత్యక్ష మగునుగాని, దూరదర్శినితో నవేక్షించినపు డందు దట్టముగా కిక్కిరిసియున్న కోటానగోట్లనక్షత్రములు మనకు కానవచ్చును. ఆకాశములో ఇతరభాగములందుకూడ నక్షత్రములున్నవి. దూరదర్శినులతో చూచినపుడు, ఆ దూరదర్శినుల అధికీకరణ సామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును ఆవిశలలో కనిపించు నక్షత్రముల సంఖ్యకూడ అధికమగును. కాని ఎంత అధికీకరణ సామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నవేక్షించినను ఆకాశములో పాలపుంతయున్న ప్రదేశమునందున్నంతసాంద్రముగా మరి యే ప్రదేశమందును నక్షత్రములు కానరావు. దీనినిబట్టి నక్షత్ర

ములు ఆకాశమందంతటను సమానముగావ్యాపించలేవనియును, ఒక తావున మిక్కిలిదట్టముగను, వేరొక తావున ఎక్కువపల్చుగను నవియున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును.

ఆకాశములోని యితరభాగములందలి నక్షత్రముల నలెనే పాలపుంతలోని నక్షత్రములకూడ నన్నియు సమాన దీప్తిని కలిగియుండలేదు. ఈప్రత్యక్షావేక్షణాఫలిత సాహాయ్యమున పాలపుంతమందమమితమను నిర్ధారణకు మనము రావచ్చును. అరణ్యమధ్యయం దొక స్థానమునుండి చూచినపుడు దగ్గరగనున్న వృక్షములు పెద్దవిగను, దూరముగ నున్నవి చిన్నవిగను గోచరించును. అరణ్యమందలి వృక్షములన్నియు సమానమైన పొడువునే కలిగియున్నవని మనము భావించినయెడల అందలివృక్షముల పొడువులలో వ్యత్యాసము లగపడుటకు కారణము అరణ్యముయొక్క మందమే. అట్లే పాలపుంతలోని నక్షత్రము లన్నింటి యథార్థదీప్తియు సమానమని మన మూహించినయెడల భూమికి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము లధిక దీప్తితోను దూరముగానున్న నక్షత్రము లల్పదీప్తితోను కనపడును. కాబట్టి పాలపుంతలోని నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తిలో వ్యత్యాసము లుండుటకు కారణము పాలపుంతమంద మధిక మగుటయేయని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

పాలపుంత మందమెంతయో, దాని మందపునిశగా అందు నక్షత్రము లెంతదట్టముగ వ్యాపించియున్ననో తెలిసికొనుటకు తగినసాధనము దూరదర్శినియే. వట్టికంటితో ఆకాశము నవేక్షించినపుడు కనపడు నక్షత్రములసంఖ్య చాల



తక్కువగ నేయుండును. కాని దూరదర్శినితో దాని సవేష్టించిన యెడల అంతకంటె నెక్కువ నక్షత్రములు కనిపించును. దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును, దానితో గగనతలమును చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య తదనుగుణముగా హెచ్చును.

దూరదర్శిని సామర్థ్యమునకును, దానితో చూచినపు డగపడు నక్షత్రముల దూరమునకును సన్నిహితసంబంధమున్నది. దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చిన కొలదియు ఎక్కువదూరములందున్న నక్షత్రములకూడ దానితో చూచినపు డగపడును. ఇక దూరముననున్న నక్షత్రములనవేక్షించుటలో దూరదర్శినుల సామర్థ్యమును హెచ్చించి యేఫలితములను బడయుచుండునోమో ఆఫలితములనే దూరదర్శినితో వాని ఛాయాచిత్రములను తీయుటయందు ప్రదర్శనకాలమును హెచ్చించియు బడయవచ్చును. వేర్వేరు అధికీకరణసామర్థ్యములుగల దూరదర్శినులతో పాలపుంతయున్న ఆకాశభాగమును వేర్వేరుగా నవేక్షించి అందలి నక్షత్రములను వేర్వేరుగా లెక్కించినను, లేదా హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో క్రమముగా ప్రదర్శనకాలమును హెచ్చించుచు పాలపుంతయున్న ఆకాశభాగపు ఛాయాచిత్రములను వేర్వేరుగా తీసి, వానిలోని నక్షత్రములను లెక్కించినను మనకొక సత్యము వెల్లిడియగును. పాలపుంత మందపుదిశలో, భూమి నుండి పాలపుంతదూరము హెచ్చినకొలదియు మొట్టమొదట కొంతవరకు దానిలోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా

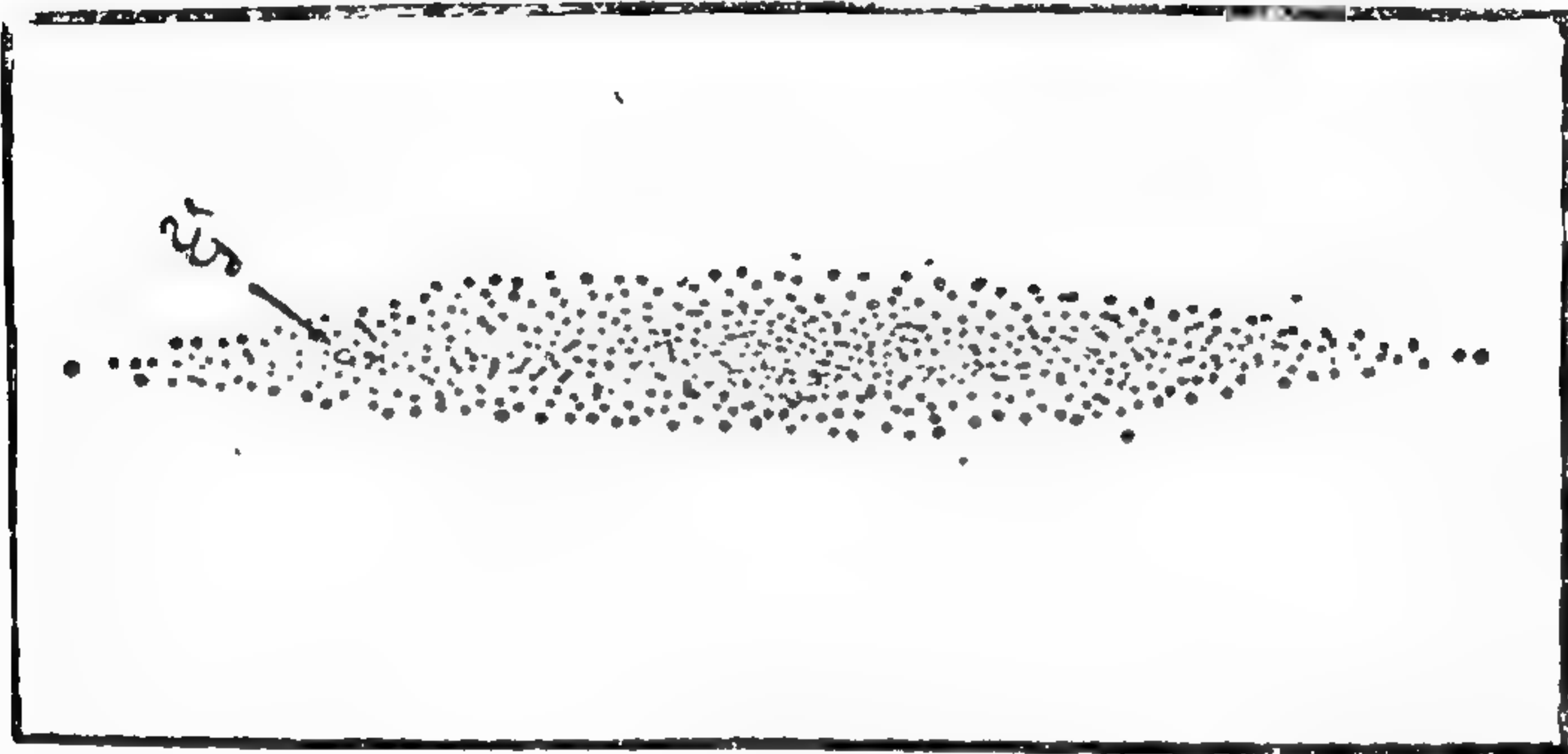
హెచ్చి, అటుపిమ్మట దూరము హెచ్చినకొలదియును దాని లోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా తగ్గును. దీనినిబట్టి మందపుదిశగా పాలపుంత మధ్యతలభాగమున నక్షత్రముల సాంద్రత చాల హెచ్చనియును, అక్కడినుండి రెండుప్రక్కలకు పోయినకొలదియు వానిసాంద్రత క్రమముగా తగ్గుననియును వ్యక్తమగును. పాలపుంతనుదాటి కొంతదూరము పోయినచో అంతరాళములో ఆపాలపుంతకు సంబంధించిన నక్షత్రములు మరి కానరావు. అక్కడి ప్రదేశము నక్షత్రములు లేక శూన్యమైయుండును. ఈవిధముగా ప్రదేశమహాన్యవమందు నియత అవధులలోనున్న పెద్ద నక్షత్రసమూహములను గెలాక్సీలని పేర్కొందురు. సూర్యుడును, మనకు కనిపించుచున్న నక్షత్రములునుకూడ పాలపుంత గెలాక్సీకే చెందియున్నవి. పాలపుంత కంటె పెద్దవైన గెలాక్సీలు బ్రహ్మాండమం దనేకములు గలవు. మహాసముద్రములందలి ద్వీపములవలె బ్రహ్మాండ మహాన్యవమం దవి దూరదూరముగా నున్నవి.

మనగెలాక్సీ ఆకార, పరిమాణములు

ఆకాశమందు పాలపుంతయున్న భాగములో, పాలపుంత దిశగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య భూమినుండి దూరముగా పోయినకొలదియును మొదట హెచ్చి, తరువాత క్రమముగా తగ్గును. కాని యీ పెరుగుదలయును, తగ్గుదలయును చాల మందముగనుండును. ఇక పాలపుంతనువదలి ప్రక్కగా మన దృష్టిని సారించినచో నక్షత్రములు చాల పలుచగనున్నట్లు గోచరమగును; భూమినుండి దూరము హెచ్చినకొలదియును



వానిసంఖ్య వేగముగా క్షీణించి చివరకు నక్షత్రములులేనట్లే గోచరించును. మన గెలాక్సీ మధ్యభాగమున దళముగను,



44 వ చిత్రము

గెలాక్సీ ఆకారము. మా - సూర్యుడు.

ప్రక్కలందు పల్చగనునుండి యొక తాండ్రబెత్తు ఆకారమందున్నదని యిది మనకు స్ఫురింపజేయును.

ఎట్లయినను మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత దానిమందఱు కంటే చాలతక్కువ యనుటకు సందేహములేదు.

మన గెలాక్సీ మధ్యతలమున కిరువైపులను లంబదిశగా నున్న నక్షత్రముల సాంద్రత మధ్యతలమునుండి దూరముగా పోయినకొలదియు సమానముగా క్షీణించుచున్నదని గ్రహించి యి.మ.న గెలాక్సీ మధ్యతలమున కిరువైపులను నక్షత్రములసంఖ్య భూమికి సమానదూరములలో సమానముగా నుండినట్లు వ్యక్తమగుటవలన దాని మధ్యతలమందే భూమియున్నదని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నాడు. కాబట్టి సూర్యుడుకూడ మన గెలాక్సీ మధ్యతలమందే యున్నాడని వేరేచెప్పనక్కర లేదు. ఇక

గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి సూర్యు డెంతదూరమున నున్నాడో గెలాక్సీలోని నక్షత్రములసంఖ్యనుబట్టి గ్రహించుట సాధ్యము కాదు. గెలాక్సీ అడ్డుకొలత దానిమందముకంటె అనేకరెట్లు అధికమగుటచేతను, గెలాక్సీలో ననేకభాగములు కాంతిహీనమైన భాగములచే నాచ్ఛాదితములై యుండుటచేతను, నక్షత్రములసంఖ్యనుబట్టి యీవిషయమును గ్రహింపజాలకున్నాము. అందుచేత సూర్యుని యొక్కయు, భూమికిసమీపమందున్న యితరనక్షత్రములయొక్కయు యథార్థచలనమునుబట్టి మన మావిషయమును నిర్ణయింపవలెను. ఇట్టి యనుశీలనమువలన మన గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి 2/3 వంతల దూరములో సూర్యుడున్నాడని విచితమైనది.

మన గెలాక్సీ కేంద్రము సగిటేరియస్ రాశిలో పాలపుంతలోని నక్షత్రములు ఎక్కువదట్టముగానున్న తావున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. భూమితనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుచున్నట్లుగనే మన గెలాక్సీకూడ తన కేంద్రద్వారమున పోవుచున్న అక్షముపై భ్రమించుచున్నది. కాబట్టి భూభ్రమణమువలన భూగోళమందలి వేర్వేరు ప్రదేశములు భిన్నవేగములతో నేరీతిగా సంచలించుచున్నవో ఆరీతిగనే గెలాక్సీభ్రమణమువలన గెలాక్సీలోని వేర్వేరు నక్షత్రములు కూడ భిన్నవేగములతో సంచరించుచున్నవి.

గెలాక్సీలోని నక్షత్రములకు గెలాక్సీభ్రమణముచే నేర్పడిన సంచలనమేగాక స్వీయచలనముకూడ నున్నది. ఈ స్వీయచలన మ్మన నక్షత్రములకును సమానముగా లేదు.



వేర్వేరు నక్షత్రములు వేర్వేరు పరిమాణములను, దిశలును గల చలనములను కలిగియున్నవి. అధికశూన్యస్థితియందున్న పాత్రలోని గాలియణువులవలె గెలాక్సీమండలమును భాండమందు నక్షత్రములున్నవని మనము భావించినచో, భాండములోని గాలియణువు తేలికగా చిందరవందరగా తిరుగునో ఆరీతిగనే గెలాక్సీలోని నక్షత్రములుకూడ సంచరించుచున్నవని మన మూహింపవచ్చును. పైని పేర్కొనిన రెండుచలనవేగముల ఫలితమే నక్షత్రముల యథార్థచలనవేగము.

మన గెలాక్సీపరిమాణమును నిర్ణయించుట సులభ సాధ్యముగాదు; కాని రెండుమూడుపద్ధతులచే దానిని కను గొనుట కనకాశమున్నది. మనగెలాక్సీలో వేర్వేరుభాగములందున్న సిఫియై వృద్ధిక్షయతారల సాహాయ్యమున, మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత సుమారు లక్ష కాంతిసంవత్సరములని యును, దాని మందము పది, పదునైదువేల కాంతిసంవత్సరము లనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. ఇక మన గెలాక్సీలోనున్న నక్షత్రములసంఖ్యరమారమి 1,00,00,000,00,00,000. ఈనక్షత్రములన్నియును మనగెలాక్సీలో సమానముగా వ్యాపించి యుండలేదు. కొన్నికొన్ని ప్రోగులుగా నవి యేర్పడియున్నవి. వానిలో ప్రతిప్రోగులోనినక్షత్రములును ఒకదానికొకటి చేరువగ నుండి, తమ సాపేక్షస్థానములకు భంగములేకుండ సంచరించును. ఇట్టిప్రోగులకు నక్షత్రమేఘములని పేరు. ఇట్టివానిలో సూర్యుడు చేరియున్న నక్షత్రమేఘమును స్థానిక నక్షత్రమేఘమని పేర్కొందురు. నక్షత్రములనుగూర్చిన ప్రకరణములో నక్షత్ర

మేఘములనుగూర్చి చర్చించియుండిమి. ఇక మన గెలాక్సీ సరిహద్దులందు దూరదూరముగా కొన్ని గోళాకారరాసులున్నవి. ఇవికూడ మన గెలాక్సీకి చెందినవేయనుటకు సందేహములేదు. కాని వీనికిని గెలాక్సీలో తాండ్రబెత్తు ఆకారమందున్న మధ్యభాగమునకునుగల అంతరాళములో ఇంచుమించుగా నక్షత్రములేమియు లేవనియే చెప్పవచ్చును. మన గెలాక్సీకి నెలుపల సువిశాలమైన అంతరాళమున్నది.

నె బ్యు లా లు

వృత్తికంటికి మేఘరూపమున కనపడిన పాలపుంత దూరదర్శినితో చూచినపుడు కొట్లకొలది నక్షత్రముల సమూహముగా గోచరమగును. కాని ఎంతవెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో నవేక్షించినను మేఘరూపముననే గోచరమగు మూర్తులు కొన్ని ఆకాశమందున్నవి. ఇట్టి నభోమూర్తులకే నెబ్యులాలని పేరు.

నెబ్యులాలను గెలాక్టిక నెబ్యులాలు, బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలు అని రెండువర్గములుగా విభజింతురు. మన గెలాక్సీ సరిహద్దులమధ్యనున్న నెబ్యులాలు గెలాక్టిక నెబ్యులాలు ; మన గెలాక్సీ సరిహద్దుల కావలనున్నవి బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలు.

గెలాక్టిక నెబ్యులాలలో గ్రహాకార నెబ్యులాలు, విక్షిప్త నెబ్యులాలు అని రెండురకములున్నవి.

గ్రహాకార నెబ్యులాలు : గ్రహములవలె ఇంచుమించు గుండ్రని యాకారమును కలిగియుండుటవలన వానికాపేరు



## గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు

నచ్చినది. ఇతరరకముల నెబ్యులాలతో పోల్చినపుడు అవి యెక్కువ పెద్దవి కాకపోయినను, మన సూర్యకుటుంబమువంటి కొన్ని నందల కుటుంబముల నవి తమలో నిమిచ్చుకొనగలవు. సాధారణముగా నీ నెబ్యులాల మధ్యభాగమందు తెల్లని కాంతితో ప్రకాశించుచున్న నక్షత్రమొకటి యుండును. ఈ నక్షత్రకాంతివలననే నెబ్యులా యంతయును ప్రకాశవంతమగు చున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. ఇంతవరకు సుమారు 170 గ్రహాకార నెబ్యులాలను ఖగోళవిజ్ఞానులు కనుగొనిరి.

గ్రహాకార నెబ్యులాల మధ్యభాగములందున్న నక్షత్రములతాపక్రమములు రమారమి  $5000^{\circ}\text{K}$  ఉండును. భూమి మున్నగుగ్రహములు తమపై పడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనర్చి, ఆపరావర్తనకాంతితో ప్రకాశించుచున్నవి. కాని గ్రహాకార నెబ్యులాలలో మధ్యనున్న నక్షత్రముచుట్టునుగల పలుచనిద్రవ్యభాగము ఆనక్షత్రమునుండి తనపైపడినకాంతిని పరావర్తించి ప్రకాశించుటలేదు ; అది నిశ్చయము. బహుశః ఆభాగము తనపైపడిన నక్షత్రకాంతిని శోషించి, పిమ్మట తనకు సహజమగు కొన్నిరంగుల కాంతులను విక్షేపించి, యావిధముగా ప్రకాశించుచుండవచ్చును; లేదా భూతలముపై ధ్రువములదగ్గరనున్న వాయువులు సూర్యకాంతితోని అతిస్థిల లోహితము మున్నగు కిరణములచే నెల్లు ప్రకాశమానములగు చున్నవో అట్లే నీభాగము తననడుమనున్న నక్షత్రమునుండి విక్షేపమైన కొన్నిప్రత్యేకకిరణములచే కాంతిమంతమైనను

గానచ్చును. కాని దాని ప్రకాశమునకు సరియైన కారణమింత వరకు విశదముకాలేదు.

గ్రహకార నెబ్యులాలలో కొన్ని అంగుళ్యాకారమున కూడ నుండును. కాని వానిలో హెచ్చుభాగము అండాకారమునే పొందియున్నవి. నెబ్యులాలు తమ అక్షములపై భ్రమించుచుండుటచేతనే యిట్లు భ్రమణాక్షనిశలో కొంచె మనుమబడి యున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. కేంబెల్, మూర్ శాస్త్రజ్ఞులు తీసిన గ్రహకార నెబ్యులాల వర్ణమాలలవలనకూడ ఈ నెబ్యులాలు భ్రమణగతికి లోనై యున్నవని స్పష్టమైనది.

లైరారాశిలోని రింగ్ నెబ్యులా, N. G. C. 1501 మున్నగునవి గ్రహకార నెబ్యులాలకు ఉదాహరణములు.

విక్షిప్త నెబ్యులాలు : ఇవి క్రమమైన ఆకారమును కలిగియున్న నభోమూర్తులుకావు. గెలాక్టికమండలమందేగాక బహిర్గెలాక్టికమండలమందుకూడ ఇట్టివి కొన్నిగలవు. ఈ నెబ్యులాలుకూడ తమచేతనున్న నక్షత్రముల కాంతివలననే బహుశః తేజోవంతములై యుండును. ఈ నెబ్యులాలకు సమీపమున హెచ్చుదీప్తిమంతమైన నక్షత్రమేదియును ఉండనియెడల అది కాంతిహీనమైనదగును. కాంతిహీనములైన నెబ్యులాల యనికిని అవి తమ వెనుకభాగమందున్న నభోమూర్తులను మరుగుబరచుటచేతనే తెలిసికొనగలుగుచున్నాము. ఇట్టి కాంతి హీనములైన నెబ్యులాలు పాలపుంతలో ననేకములున్నవి.



ఒరయన్ రాశిలోని 'గుర్రపుతల ఆకారముగల నెబ్యులా' ఇం దులకు చక్కని యుదాహరణము.

బహిర్గలాక్టిక నెబ్యులాలలోకూడ కాంతిహీనమైన నెబ్యులా అనేకములు గలవు. ఏదైన నొక బహిర్గలాక్టిక నెబ్యులా నవేక్షించినయెడల తాండ్రబెత్తు ఆకారమందున్న దాని మధ్యతలములో కాంతిహీనమైన ప్రదేశము గోచర మగును. బహిర్గలాక్టిక నెబ్యులాలలో మధ్యేతరతలభాగములందు కూడ అనేక కాంతిహీనములైన ప్రదేశములున్నవి. ఈకాంతి హీనమైన ప్రదేశము లన్నియును కాంతిహీనమైన నెబ్యులాల వలననే కలుగుచున్నవి.

విక్షిప్త నెబ్యులాలలో కాంతిమంతమైన నెబ్యులాలను గూర్చి ఆబోస్ట్రావే యను విజ్ఞాని గావించిన యనుశీలనముల వలన, తమపైబడిననక్షత్రములకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుట వలననే యవి తేజోవంతము లగుచున్నవని స్పష్టమైనది. అందు చేత కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెబ్యులాల ద్రవ్యములో కొంత భాగమైనను ధూళికణములచే నేర్పడియుండవలెను. ఇక కొన్ని కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెబ్యులాలు పూర్తిగా వాయురాసుల లక్షణములనే కలిగియున్నవి. ఈవాయురాసులనుండి ప్రసారితమైన కాంతిని అనుశీలించి, నెబ్యులమ్ అనునొక మూల ద్రవ్యము నవి కలిగియుండెనని ఆవిలో హైజెన్సువిజ్ఞాని భ్రమ పడెను. కాని ఆక్సిజని, నైట్రోజని, నియాన్, ఆర్గాన్, సల్ఫర్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే యవి ప్రసరించుచున్నకాంతి నీయ గలవని యిటీవలి శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది.

ఒరయకారాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులా కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెబ్యులాల కుదాహరణము.

కాంతిహీనమైన నెబ్యులాలు మిక్కిలి సూక్ష్మమైన ద్రవ్యకణములచే నేర్పడుచున్నవి. అట్టికణములకు తమపైపడిన కాంతిని తమద్వారమున ప్రసరింపకుండ పూర్తిగా నిరోధించు సామర్థ్యముగాని లేదా పరావర్తనమొనరించు సామర్థ్యముగాని లేదు. అట్టికణములు తమపైపడిన ఆ కాంతికిరణములను అన్నివైపులకును పరిక్షేపింపగలవు. మన వాతావరణములోని గాలియణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపించుటవలన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయ సమయములలో సూర్యబింబ మెట్లు ఎర్రగా కనిపించునో అట్లే యీ నెబ్యులాలు తమ వెనుకభాగ మందున్న నక్షత్రములకాంతిని హెచ్చుగా పరిక్షేపించుటవలన ఆనక్షత్రములు ఎర్రగా గోచరమగుచున్నవని వ్యక్తమైనది. ఈవిధముగా ఆనక్షత్రముల రంగులో ఈ నెబ్యులాలు కలుగ జేసిన ఎర్రదనమునుబట్టి గణింపగా ఈ నెబ్యులాలలోని ద్రవ్య కణముల వ్యాసములు అంగుళములో రమారమి 40 లక్షల వంతు ఉన్నవని స్పష్టమయినది.

### బహిర్గలాక్తిక నెబ్యులాలు

బహిర్గలాక్తిక నెబ్యులాలు గెలాక్తిక నెబ్యులాలకు పూర్తిగా భిన్నమైనవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని మేఘములవలె గోచరముపై నెబ్యులాలను భ్రమచుకలుగ జేయుటచే వాని కాపేరు వచ్చినది గాని గెలాక్తిక నెబ్యులాలవలె



గెలాక్సీలు, నెబ్యూలాలు

అత్యల్పసాంద్రతగల ద్రవ్యముచే నవి యేర్పడలేదు; మన పాలపుంతవలెనే కొట్లకొలది నక్షత్రములతోకూడి ప్రతి బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాయును నున్నది. అందుచేత వాస్తవముగా నవికూడ మన గెలాక్సీవంటి గెలాక్సీలే. కనుకనే వీనిని 'ప్రదేశమహార్ణవమందలి ద్వీపము' లని శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొనుచుండును. భూమికవి అత్యధికదూరమం దుండుటవలన నెబ్యూలాలవలెమాత్రము గోచరమగుచుండును.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాలు గెలాక్టిక నెబ్యూలాలకంటె పరిమాణమందు చాలసెద్దనని వేరే వచింపనక్కరలేదు. అవికూడ మన గెలాక్సీవంటివే కాబట్టి అవియును తాండ్రబెత్తు ఆకారములోనేయుండునని విశ్వసింపవచ్చును. ఇక తాండ్రబెత్తు వలెనున్న యొకమూర్తిని వేర్వేరు దిశలలో చూచినచో, అది వేర్వేరు ఆకారములలో కనిపించును. అట్లే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాల ఆకారములకూడ, భూమి ననుసరించి అవియున్న దిశనుబట్టి యుండును. అంచులదిశగా వానిని జూచినచో, మధ్యను ఉబ్బెత్తుగానున్న నన్నది ఆకారముగా నవి గోచరించును. ఈ ఆకారముయొక్క మరియొక ముఖ్యలక్షణము అది ఇంచుమించు రెండుగా ఒకనల్లనిరేఖచే ఖండింపబడియుండుట. ఆ నల్లనిరేఖ ఆ గెలాక్టికమండలమునకుచెందిన కాంతిహీనమైన నెబ్యూలావలన కలుగుచున్నది. ఇక బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలా యొక్క మధ్యతలము అవేక్షకునకు లంబదిశయందున్నచో ఆ నెబ్యూలా యించుమించు వర్తులాకారమున గోచరమగును.

ఆసందర్భములో దాని కేంద్రభాగమునుండి అభిముఖవిశలలో విస్తరించుకొని సాధారణముగా రెండు బాహువులుకూడ ఆ నెబ్బులాయందు గోచరమగును. ఆ రెండుబాహువులును ఆ నెబ్బులాయొక్క కేంద్రభాగము ననుసరించి వంపుతిరిగి యుండును కాబట్టి ఇట్టివాని సర్పిలాకార నెబ్బులాలని యందురు. కాని సాధారణముగా నెబ్బులాలు మనకు ఏట వాలుగా కనపడుచుండును. అప్పుడది వర్తులాకారముగగాని, దశమైన రేఖాకారముగగాని గోచరముకాదు ; దీర్ఘవృత్తాకారముగ కనపడును. ఏండ్రొమిడా రాశిలోని నెబ్బులా (M 31) ఇందుకు చక్కని యుదాహరణము.

బహిర్గలాష్టిక నెబ్బులాలను మొట్టమొదట అవేక్షించిన విజ్ఞాని హెర్షల్. 'ప్రదేశమహర్ణవమందున్న విశ్వదీపు' లని వానిని పేర్కొనిన శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ ఆయనయే. కాని ఆయన కాలములో ఎక్కువ అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినులు లేకపోవుటవలన వానినిగూర్చి విశేషముగా తెలిసికొనుట కవకాశము లేకపోయినది. ఈశతాబ్దములో నూరు అంగుళముల దూరదర్శినివంటి అధికఅధికీకరణసామర్థ్యములుగల పరికరములు నిర్మింపబడుటతో వానినిగూర్చి కొంత తెలిసికొనుటకు వీలు చిక్కినది.

బహిర్గలాష్టిక నెబ్బులా లన్నియు మన గెలాక్సీవంటివే యైనను, మనగెలాక్సీకంటె అవి కొంచెము చిన్నవి. బహిర్గలాష్టిక నెబ్బులాలలో ఇంతవరకు ఏండ్రొమిడా రాశిలోని



నెబ్యూలాను మాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు బాగుగా ననుశీలించగలిగిరి. దానివ్యాసము రమారమి 65,000 కాంతిసంవత్సరములు. మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత రమారమి 1,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

మన గెలాక్సీనలెనే బహిర్గలాక్టిక నెబ్యూలాలుకూడ తమ తమ కేంద్రములచుట్టును భ్రమించుచున్నవి. సామాన్యముగా నెబ్యూలాలబాహువులేదిశగావంఁయుండునో ఆదిశగానవి భ్రమించుచుండును. వర్ణమాలాపరిశోధనలవలన బహిర్గలాక్టిక నెబ్యూలాల భ్రమణవేగములనుకూడ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి. బహిర్గలాక్టిక నెబ్యూలాలలోని సిఫియై వృన్ధిక్షయతారలనుబట్టి ఆ నెబ్యూలాలదూరములను కనుగొనుటకు వీలున్నది. ఈవిధముగా గావించిన పరిశోధనలవలన మన కతిసమీపముననున్న M 33 అను నెబ్యూలా 8,50,000 కాంతిసంవత్సరములదూరమందున్నదని వ్యక్తమైనది. ఏండ్రొమిడారాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యూలాదూరము 9,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

నక్షత్రవర్ణమాలలను దీసి నక్షత్రములనుగూర్చి తెలిసికొన్నట్లుగనే బహిర్గలాక్టిక నెబ్యూలాల వర్ణమాలలను తీసి వానిని గూర్చియు తెలిసికొనవచ్చును. ఈవర్ణమాలల అనుశీలనము వలన మన గెలాక్సీ రచనకును, బహిర్గలాక్టిక నెబ్యూలాల రచనకును పలువిషయములలో పోలికయున్నదని తెల్లమైనది. కాని మన గెలాక్సీ యేర్పడినతరువాతనే ఆ గెలాక్సీలేర్పడినవని ఆనర్ణమాలలు స్పష్టపరచుచున్నవి.

బహిద్గెల్లాట్టిక నెబ్బులాల లక్షణములనుగూర్చి తెలిసి  
కొనుటయేగాక బ్రహ్మాండములో మొత్తమెన్ని నెబ్బులా  
లున్నవో, అవియెట్లు వ్యాప్తమైయున్నవోకూడ గ్రహించుటకు  
హుల్ విజ్ఞాని ప్రయత్నించెను. మనపాలపుంతయందు కాంతి  
హీనమైన నెబ్బులాలున్న ప్రదేశములలో బహిద్గెల్లాట్టిక నెబ్బు  
లాలు గోచరము కాకపోయినను, అక్కడకూడ నిట్టి నెబ్బులా  
లుండునని మనము భావించినయెడల, నూరుఅంగుళముల  
దూరదర్శినితో చూడగలిగిన 50,00,00,000 కాంతిసంవత్సర  
ముల దూరమందున్న ప్రదేశములోను మొత్తము 10,00,00,000  
నెబ్బులాలుండునని ఆయన అంచనా వేసెను. 200 అంగుళ  
ముల దూరదర్శినితో అవేక్షించినపుడు బ్రహ్మాండములో మన  
దృష్టి ప్రసరింపగలదూరము ఇంకను అధికమగునుకాబట్టి  
అప్పుడు గోచరమగు బహిద్గెల్లాట్టిక నెబ్బులాల సంఖ్యకూడ తదను  
గుణముగా వృద్ధిచెందును !!

**శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్**

**దేలపాళె. (కృష్ణా జిల్లా.)**



## ఉ ప స ం హా ర ము.

వినుపీధిని సంచరించి, నభోమూర్తులతో కొంతవరకు పరిచయమును కలుగజేసికొంటిమి. నభోమూర్తులకు సంబంధించిన ఖగోళశాస్త్రమునకు భూవాతావరణస్థితినిగూర్చి వివరించు వాతావరణస్థితిశాస్త్రముతోను, మన కాధారభూతమగు భూమినిగూర్చి చర్చించు భూతత్వశాస్త్రముతోను, తుదకు ద్రవ్యస్వభావమునుగూర్చి ప్రస్తావించు భౌతికశాస్త్రములతోను కూడ సన్నిహితసంబంధమున్నది. భౌతికశాస్త్రములు మానవుని పరిసరములకే చెందినవగుటవలన సులభగ్రాహ్యములై యున్నప్పటికిని మనుష్యానుభవమునకు చాలదూరముననున్న ఖగోళవిజ్ఞానము తదితరశాఖావిజ్ఞానములకంటె చాలముందుగనే నిశ్చితజ్ఞానముగా పరిణమించినది. ఇట్లాశ్చర్యమును గొలుపు ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధికి కారణములు లేకపోలేదు. అందు మొదటి కారణము ఖగోళవిజ్ఞానవిషయములు మానవునికి దుర్గమములగుటయే. ఆదిమమానవుడు అంతవరకు తన జీవితమును శాసించుచుండెడి సహజప్రవృత్తిని ఆవలబెట్టి తన బుద్ధిలో ఆలోచనకు లక్ష్యావిచ్ఛిన్నప్రభుభిన్నురీతియ్యకు తన్ను పరివేష్టించియున్న పరిసరములకంటె దూరముననున్న వినుపీధియే ఆతని నెక్కువగా నాకర్షించెను. పరిసరములలో నాతనికున్న యధికపరిచయ మొకప్పు డవజ్ఞగాకూడ మారినదని చెప్పవచ్చును. ఇక తనబుద్ధికందని యనంతాకాశము, అందలి భాసురమూర్తులు ఆతని జిజ్ఞాసను రేపినవి. తన జీవితమందు సంకటపరిస్థితుల వాతపడినపుడెల్ల నాతడు తన్నుద్ధరించు దేన తలకొర కాకసమునైపే యాశాదృక్కులతో చూచువాడు.

అందుచే వినువీధి యాతనిబుద్ధి కొక పెద్దసమస్యగా కన్పట్టి, సమాధానకల్పన కాతనిని పురిగొల్పినది.

ఇక రెండవకారణము. ఆలోచనానిమగ్న మగు మను జునిబుద్ధికి శాస్త్రనియమ స్వభావమును మోట్టమొదట తెల్లము చేసినవి సభోమూర్తుల సంచలనములు. నాటినుండి నేటివరకును వినువీధి యవేక్షకులకును, అనుశీలురకును అనంతశాస్త్రీయపరీక్షల కాలవాలమై యున్నది. ఈదృశ్య గగనసరీక్షకై క్షేత్ర గణితము మొదట నిర్మించబడినది; ప్రారంభదశలో ఖగోళ శాస్త్రావగాహమునకు వృత్త, గోళముల క్షేత్రగణితము చాలి యున్నను క్రమముగా ఖగోళవిజ్ఞానానుశీలనమునకు క్లిష్టతర రూపముల క్షేత్రగణితము, గతిశాస్త్రము, ద్రవ్యముల పరస్పర ప్రభావానుశీలనము, తుదకు సాపేక్షవాదము మున్నగు గణితసిద్ధాంతములు కావలసివచ్చినవి.

అన్నిటికంటెను విచిత్రవిషయమేమనిన ప్రయోగమునకు దురధిగమ్యమగు ఖగోళశాస్త్రము భౌతికశాస్త్రసిద్ధాంతములను సమర్థించుట కనువగు పరిస్థితులుగల ప్రయోగశాలలను సభోమూర్తులందు సమకూర్చుట.

వేటొకదృష్టితో చూచినయెడల ఖగోళశాస్త్రమునకును తక్కినశాస్త్రశాఖలకును ఏర్పడిన సన్నిహితసంబంధము వాని పరస్పరలాభమునకు కారణభూతమైనదని చెప్పవచ్చును. తక్కిన శాస్త్రశాఖల విజృంభణముతోగూడ ఖగోళవిజ్ఞాన మభివృద్ధి చెందినది. ఇప్పటికికూడ నదియే పరిస్థితి. మాటవకునకు ఖగోళశాస్త్రీతర శాఖలలో ఛాయాచిత్రములను తీయుట యందు నెలకొల్పబడిన యభివృద్ధి, లేదా ఫోటోఎలక్ట్రిక్ సెల్,



రేడియో మున్నగువానియందు సంపాదితమైన యభివృద్ధి  
ఖగోళశాస్త్రవిజ్ఞానమున కవకాశమిచ్చినది.

ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధి కీనాడు గణితశాస్త్రముకంటె  
భౌతికశాస్త్రమే యెక్కువ ఆవశ్యకమేమో !

భూతలమందలి ప్రయోగశాలలో తా నార్జించినజ్ఞాన  
మును వినువీధియందలి మూర్తుల కన్వయింపజేసి వాని మర్మ  
ముల నవగతమొనర్చుకొనిన విజ్ఞాని తన ప్రతిభావిశేషములను  
తానే యొకప్పుడు మురిసి సృష్టికి తానే శిరోమణియను అహం  
భావమునకు గురికానచ్చును. కాని వెంటనే ఊహితము  
లగు నభోమూర్తుల పరిమాణములు, వాని అంతరాళపరిమాణ  
ములు, అవి పాటించు నత్యద్భుత నియమముల పర్యాలోచనలో  
తాను సృష్టికి శిరోమణి యను భావము రూపుమాసి తన  
యల్పతయు, విశ్వస్రష్టయొక్క నిరవధికశక్తియు మనస్సును  
ఆవర్జించి, యాతని మహానందసౌధము నధిష్ఠింపజేయును.

విశ్వము విశ్వమయుని కావ్యము. జ్యోతిర్మాత్రు లా కా  
వ్యమందలి యుజ్జ్వలాక్షరపంక్తులు. లౌకిక కావ్య పర్యాలో  
చనయందు గలుగు నానందము బ్రహ్మానందమునకు సజాతీయ  
మని యొప్పుకొన్నచో విశ్వకావ్యానుశీలనమువలన కలుగు  
నానందము బ్రహ్మానందమే యనుట కభ్యంతర మేమియు లేదు.  
దీనితత్త్వము సంశయ విపర్యయరహితముగా మానవుని మన  
స్సునకు హత్తుకొనిననాడే ప్రపంచమున శాంతి నెలకొనును.

# అనుబంధము I

## కాలము

రెండుసంఘటనల నడిమివ్యవధికి కాలమని పేరు. మానవు డతిప్రాచీనకాలమునుండియు సూర్యుని బట్టియే కాలమును కొలుచుచుండెను. భూమి తనలో తాను తిరుగుచు సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది గదా. భూభ్రమణమువలన సూర్యునికి ఉదయాస్తమయములు సంభవించుచున్నవి. సూర్యోదయమునుండి సూర్యోదయమువరకును గల వ్యవధిని దినమనియును, సూర్యోదయముతోనే దినప్రారంభ మగుననియును ప్రాచీనభారతీయులు వ్యవహరించిరి. ఈనాడుకూడ హిందూ పంచాంగకర్త లారీతిగనే దినమును గణింతురు. కాని పాశ్చాత్యులు దినము నారీతిగా గణింపలేదు. సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖపై ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందున్నపుడే దినప్రారంభముగా నెన్నుకొనిరి. సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు మిట్టిమధ్యాహ్నసమయమున నుండును కదా. అప్పుడు మానవుడు తన దైనికకార్యకలాపములను చురుకుగ సాగించుకొనుచుండును. అట్టిసమయములో దినము మారుటవలన ననేకమైన యిబ్బందులుండుట సహజము. అందుచే సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖమీద నిమ్నసంక్రమణమందున్నపుడే దినము



ప్రారంభమగునని 1925 వ సంవత్సరములో నేర్పాటుచేసికొనిరి. సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు అర్ధ రాత్రిసమయమున నుండును. అందుచే నట్టిసమయమున దినము ప్రారంభమైన నెట్టియిబ్బందియు నుండదు. 1 దినము 24 గంటలకును, 1 గంట 60 నిమిషములకును, 1 నిమిషము 60 సెకనులకును సమానము. సూర్యుడు 24 గంటలకాలములో 360 అంశలదూరమును, 1 గంటకాలములో 15 అంశల దూరమును,.....ప్రయాణముచేయును. కాన సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందున్న పుడుకాలము 0 గంటలును, ఊర్ధ్వసంక్రమణమందున్న పుడు 12 గంటలు నగును. అట్లే సూర్యుడు శీర్ష బిందువునకు 15° తూర్పుననున్న అనగా 165° హోరావృత్తమందున్న 11 గంటలును, శీర్ష బిందువునకు 15° పశ్చిమముననున్న అనగా 195° హోరావృత్తమందున్న 13 గంటలును,.....అగును. ఈవిధముగా నొక ప్రదేశమందు సూర్యుడేహోరావృత్తమందున్నాడో గ్రహించుట వలన ఆప్రదేశమందలి కాలమును కనుగొనవచ్చును.

పైరీతిగా సూర్యుని దృశ్యసంచలనమునుబట్టి గణించిన కాలమునకు దృశ్యసౌరకాలమని పేరు.

దృశ్యసౌరకాలము సులభముగా గణించుటకు వీలున్నదే; కాని అందొక లోపమున్నది. మిక్కిలి సుగ్రహములగు గడియారముల సాహాయ్యమున దినములపరిమాణములను వరుసగా కొన్ని దినములు పరిశీలించినచో అవి యన్నియు సమానముగా లేనని మనకు వ్యక్తమగును. ఈవిధముగా దిన

ములపరిమాణములో సంభవించుచున్న వ్యత్యాసములవలన గడియారములు మున్నగు పరికరములను తయారుచేయుటలో ఇబ్బంది కలుగును. దీనిని తొలగించుటకై 'మాధ్యమసౌర కాలము'ను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. ఒక సంవత్సరమందలి దినములయొక్క సరాసరిపరిమాణమే ఈ కాలమానములో దినముయొక్క పరిమాణమగును. దీనికి 'మాధ్యమసౌర దినమ'ని పేరు. దృశ్యసౌరకాలమందున్నట్లుగనే మాధ్యమ సౌరకాలమందుకూడ దినమునకు 24 గంటలు, గంటకు 60 నిమిషములు, నిమిషమునకు 60 సెకనులు నుండును. మన నిత్యజీవితములో నేడు వాడుకయందున్నది మాధ్యమ సౌర కాలమే.

మాధ్యమసౌరకాలము నిత్యజీవితవ్యవహారమున కుపయుక్తముగనే యుండును గాని ఖగోళశాస్త్రమందది యుపయోగకరముగ నుండదు. ఏ సూర్యుని సాహాయ్యమున నీ కాల మేర్పరుచబడినదో యా సూర్యుడు నక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము తూర్పుదెసగా జరుగుటయే అందుకు కారణము. కాగా నక్షత్రకాలమని మరియొక దానిని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులేర్పరుచుకొనవలసివచ్చినది. నక్షత్రములనుబట్టి భూమి యొక భ్రమణమును చేయుటకు పట్టణికాలమును 'నక్షత్రదినమ'ని యీశద్ధతియందు పేర్కొందురు. యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి మేషాదిబిందువు వచ్చుటతో నొకప్రదేశమున నక్షత్రదినము ప్రారంభమగును. యామ్యోత్తరవృత్తమునుదాటి మేషాది బిందువు 15° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 1 గంటయును,



30° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 2 గంటలును, ...నక్షత్ర కాల మగును. సౌరకాలమును విభజించినట్లుగనే నక్షత్ర కాలమునుకూడ గంటలు, నిమిషములు, సెకనులుగా విభజింతురు.

నక్షత్రకాలమునకంటె మాధ్యమసౌరకాలములో దినము యొక్క పరిమాణము కొంచెము ఎక్కువ. సూర్యునిచుట్టు భూమి పరిభ్రమించుచుండుటవలన, నక్షత్రములనుబట్టి సూర్యుడు తూర్పుదిశగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. తత్ఫలితముగా నొకసంవత్సరకాలములోనున్న మాధ్యమసౌర దినములకంటె నక్షత్రదినములసంఖ్య 'ఒకటి' హెచ్చుగా నుండును. అనగా సెప్టెంబరు 21 వ తేదీని మాధ్యమసౌర కాలమును చూపించుగడియారమును, నక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారమునుకూడ సమముగా ఒకేకాలమును చూపించునట్లు పెట్టినయెడల, అంతటనుండి ప్రతిదినమును రమారమి నాలుగేసి నిమిషముల చొప్పున మాధ్యమసౌర కాలమును చూపించు గడియారమునుబట్టి నక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారము వెనుక ఉండును.

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయము  
—తేలపోగలం. (కృష్ణా జిల్లా.)

॥ ముఖము ॥

## సూర్యకుటుంబము

١٥٣

[illegible]



## పట్టిక II

గ్రహము వేరు 1	ఉపగ్రహము వేరు 2	ఆవేక్షణ కాలము 3	గ్రహమునుండి సహస్ర దూరము (మైళ్ళలో) 4	పరిభ్రమణ కాలము ని.గం. ని. 5	వ్యాసము (మైళ్ళలో) 6	దృశ్య క్రిస్తి 7
భూమి	చంద్రుడు	—	2,38, 857	27-7-43	2160	-12
మణుడు	భూమిపై	1877	5, 826	0-7-39	10	+12
"	మైమూస్	1877	14, 580	1-6-18	5	13
మంగడు	వివక్షపగ్రహము	1892	1,12, 600	0-11-57	100	13
"	అరెస్	1610	2,61, 500	1-18-20	2,300	5
"	యూరస్	1610	4,61, 600	3-13-14	2,000	6
"	కెనిస్	1610	6,64, 200	7-3-43	3,200	5
"	కాస్ట్యూస్	1610	11,69, 000	16-16-32	3,200	6
"	గ్రహకేంద్రగ్రహము	1904	71,14, 000	250-16-0	100 ?	14
"	7	1905	72,92, 000	260-1-0	40 ?	16
"	10	1938	73,10, 000	264		18
"	11	1938	1,42,00, 000	692		18
"	8	1908	1,48,00, 000	739	40 ?	16
"	9	1914	1,50,00, 000	750	20 ?	17
"	12	1951	?	?	?	?

1	2	3	4	5	6	7
శని	మై.మూసె	1789	1,15, 000	0-22-37	300 ?	12
"	సై-సిలేడస్	1789	1,48, 000	1-8-53	400 ?	12
"	టిటిస్	1684	1,83, 000	1-21-18	600 ?	11
"	డయాసె	1684	2,34, 000	2-17-41	600 ?	11
"	గ్రియా	1672	3,27, 000	4-12-25	900	10
"	ప్రైటూర్	1655	7,59, 000	15-22-41	2900	8
"	స్ట్రాపెరియా	1848	9,20, 000	21-6-38	300 ?	13
"	అయా పెటిస్	1671	22,10, 000	79-7-56	?	11
"	ఫోయె	1898	80,34, 000	550	200 ?	14
యూరేనస్	మిరాండా	1948	81, 000	1-9-56	?	17
"	ఏరియస్	1851	1,19, 000	2-12-23	600 ?	15
"	అంబ్రియస్	1851	1,66, 000	4-3-28	400 ?	16
"	టైటానియా	1787	2,72, 000	8-16-56	1000 ?	14
"	టైటాన్	1787	3,64, 000	13-11-7	900 ?	14
నెప్ట్యూన్	ప్రైటూర్	1846	2,20, 000	5-21-3	2800 ?	13
"	నెక్టర్	1949	?	సుమారు 2 సం॥	200 ?	13



# అధికదృశ్యదీ పిగల నక్షత్రములు

323

నక్షత్రనామము	నక్షత్రరాశి	హిందూనామము	దృశ్య పరిమాణము	వర్ణము	దూరము కాంతిసం
సియస్	ఆల్ఫా కెన్సిస్ పెన్సిస్	మృగవ్యాసము	-1.58	నీలి	8.6
కెన్సిస్	ఆల్ఫా కెన్సిస్	ఆంగమ్యము	-0.86	లేతపసుపు	?
బెల్గా	ఆల్ఫా పెంటాగ్రీ	విశ్రుము	+0.06	పసుపు	4.3
కెన్సిస్	ఆల్ఫా కెన్సిస్	అభిజిత్తు	0.14	లేతనీలి	26
ఆర్ కెన్సిస్	ఆల్ఫా ఆరిగె	బ్రహ్మహృదయము	0.21	పసుపు	52
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెంటాగ్రీ	స్వాతి	0.24	నారింజ-పసుపు	41
ప్రోసియా	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	పూర్వశ్వానము	0.34	లేతనీలి	500
ఆర్ కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	సోమము	0.48	లేతపసుపు	10.5
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	సోమము	0.60	నీలి	70
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	సోమము	0.86	నీలి	300
ఆర్ కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	శ్రవణము	0.89	లేతపసుపు	16
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	ఆర్ కెన్సిస్	0.92	ఎరుపు	200
ఆర్ కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	ఆర్ కెన్సిస్	1.06	నారింజ	57
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	పునర్వసు	1.21	పసుపు	32
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	చిత్త	1.21	నీలి	230
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	కేళస	1.22	ఎరుపు	380
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	ఇంద్రద్యుమ్నము	1.29	తెలుపు	24
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	కుబేరము	1.33	తెలుపు	600?
కెన్సిస్	ఆల్ఫా పెన్సిస్ పెన్సిస్	మఖ	1.34	లేతనీలి	56

## కొన్ని ముఖ్యనక్షత్రరాసుల హిందూనామములు

ఏండ్రొమిడా - దేవయాని	కేప్రికార్నస్ - మకరము
ఏక్విలా - గరుడరాశి	జెమినై - మిథునము
ఆరిగా - సారథి	లియో - సింహము
బూటెస్ - భూతేశుడు	లైబ్రా - తుల
కేసియోపియా - శర్మిష్ఠ	పిసీజ్ - విరానము
సెఫియస్ - వృషపర్వ	సగిటేరియస్ - ధనుస్సు
సైగ్నస్ - రాజహంస	స్కార్పియస్ - వృశ్చికము
డ్రేకో - అజగరము	టారస్ - వృషభము
లాస్టెట్ - సరట	వర్గో - కన్య
లైరా - వీణారాశి	సెంటార్ - కిన్నెర
పెగాసస్ - ఉచ్చైశ్రవరాశి	సీటస్ - తిమింగలరాశి
సర్పెన్స్ - భుజగరాశి	ఎరిడేనస్ - వైతరణి
అర్నామైనర్ - శింశుమారము	హైడ్రా - వాసుక
ఎక్వేరియస్ - కుంభము	ఒరయన్ - పృగవ్యాధుడు
ఏరీజ్ - మేషము	బిగ్ డిప్పర్, స్టా - సప్తర్షిమండలము
కేప్సర్ - కర్కటకము	ప్లియడేస్ - కృత్తిక; ప్లిలకోడి

శ్రీ వేమన గ్రంథాలయమ్  
తేలస్సోలూ. (కృష్ణా జిల్లా.)



## పారిభాషిక పదకోశము

**అధికీకరణసామర్థ్యము :** శాస్త్రీయపరికరముతో చూచినపుడగపడు వస్తువుయొక్క పరిమాణమునకును, వట్టికంటితో చూచినపుడగపడుదాని పరిమాణమునకును గల నిష్పత్తి ఆపరికరముయొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము.

**అపాయనము :** ఒకనభోమూర్తి స్థానమునందు ఆ నభోమూర్తి నుండి కాంతి యేదిశలో మనలను చేరుచున్నట్లు గోచరించుచున్నదో ఆదిశగా భూమి సంచరించుటవలన కన్పట్టు స్థానభ్రష్టత్వము.

**అయస్కాంతక్షేత్రము :** ఒక అయస్కాంతముయొక్క ప్రభావము వ్యాపమైయున్న ప్రదేశము.

**ఆల్బెడో :** కాంతినినోధకవస్తువు పరావర్తనమొనర్చు కాంతి పరిమాణమునకును, దానిపై పతనమైన మొత్తము కాంతిపరిమాణమునకునుగల నిష్పత్తి.

**కాంతిసంవత్సరము :** దూరమును తెలియపరచుటకై వినియోగపడు ఏకాంకము. దీనివిలువ కాంతి ఒకసంవత్సరములో ప్రయాణముచేయు దూరమునకు ( $5.88 \times 10^{12}$  మైళ్ళు) సమానము.

**డెక్లినేషన్ :** నభోమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా నభోమూర్తికిగల కోణీయదూరము.

**పరిభ్రమణము :** ఒకమూర్తి మరొకమూర్తిచుట్టు తిరుగుట.

**పాతములు :** రెండుకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుబిందువులు. భూ, చంద్రకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుబిందువులను ఉచ్చపాతము లేక రాహువు, నీచపాతము లేక కేరువు అని వేర్వేరుచేయుదురు.

**ప్లోక్యూలి :** ముఖ్యముగా కాల్షియమ్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని చాయాచిత్రములందు కనపడు విస్ఫులింగములకు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడొసగివ్రత్యేకనామము.

**విస్ఫులింగములు :** దీప్త్యావరణముందు స్థానాన్యముగా సూర్యాంకముల దాపుననే ప్రత్యక్షమగు దీప్తిమంతమైన ప్రదేశములు. సూర్యుని దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములులేని తావులలోకూడ నివి యుండుట కలదు.

## పా రి భా షి క శ బ్దా వళి

అపాయనము Aberration	„ భౌమ్య (పార్థివ) terrestrial „
అయనచలనము Precession of the equinoxes	గ్రహక్రాంతి Transit of planet
అవేక్షించు Observe	చాక్షుషయుగళములు Optical doubles
ఆనుమానికముగా Inferentially	జంటతారలు Binary
ఆవర్తనూపకేతువు Periodic comet	దక్షిణేషణ్ (అవనతి) Declination
ఆవృత్తము, ఆవృత్తి Cycle	తారాపుంజము Star cluster
ఉచ్ఛపాతము (రాహువు) Ascending node	తులాదిబిందువు First point of libra
ఉత్స్ఫుటమల్కావాదము Explosive meteoric theory	దీప్త్యావరణము Photosphere
ఉల్కలు Meteors	దీప్తి Luminosity
ఉల్కాపాతము Meteoric shower	నభోమూర్తులు Heavenly bodies
ఋజుగతి Direct motion	నక్షత్రకాలము Siderial time
ఏకాంకము Unit	నక్షత్ర మేఘము Star cloud
కటకాయనము Summer solstice	నక్షత్రరాసులు, పరిధ్రువ Constellations, Circumpolar
కుండలి Ring	పరిభ్రమణము Revolution
కోమా Coma	పరిమాణము Magnitude
క్రాంతివృత్తము Ecliptic	„ ఛాయాచిత్ర Photographic „
క్రాంతివృత్తమండలము Zodaic	„ దృశ్య Apparent „
ఖండచ్ఛాయ Penumbra	„ యథార్థ Absolute „
గర్భము Core	పరివర్తక స్తరము Reversing layer
గర్తము Crator	పాతము Node
గోళాకారపుంజము Globular cluster	పాదబిందువు Nadir
గ్రహములు, అంతర్ inferior planets	పాదస్థము Quadrature
„ బాహ్య superior „	పూర్ణచ్ఛాయ Umbra
	పేర్ సెక్ Parsec
	ప్రధానశ్రేణితారలు Main sequence stars



ప్లోక్యులి Floculli  
 ప్రేషము Pressure  
 బహుళతారలు Multiple stars  
 బృహత్తారలు,  
 బృహదారణతారలు } Red giants  
 భూరశ్మి Earth's shine  
 భౌతికయుగళములు Physical  
 doubles  
 భౌమ్యరేఖలు Telluric lines  
 భ్రమణము Rotation  
 మకరాయనము Winter solstice  
 మకుటము Corona  
 మహాబృహత్తారలు Super giants  
 మేషాదిబిందువు First point of  
 aries  
 యామ్యాత్తరవృత్తము Celestial  
 meridian or meridian  
 యుగళతారలు Binary stars or  
 double stars  
 „ గ్రాహి Eclipsing binaries  
 యుగళము, వర్ణమాలా  
 Spectroscopic binary  
 యుతి, యోగము Conjunction  
 యోగము, అంతర inferior „  
 „ న్యూన „ „  
 „ బాహ్య superior „  
 రస్సెల్ చిత్రము Russel diagram  
 రేడియంట్ Radiant  
 రైట్ ఎసెన్షిషన్ Right ascention  
 లంబనము Parallax  
 వక్రగతి Retrograde motion

వర్ణసూచిక Colour index  
 వర్ణావరణము Chromosphere  
 వికేంద్రత Eccentricity  
 వివృతపుంజము Open cluster  
 విషువస్తులు Equinoxes  
 విస్ఫులింగములు Faculae  
 వృద్ధిక్షయతారలు Variables  
 „ ఆవర్తి periodic „  
 „ అనావర్తి (ఆవర్తరహిత)  
 non periodic „  
 „ క్రమరహిత irregular „  
 „ గ్రాహి eclipsing „  
 „ దీర్ఘవ్యవధి long period „  
 „ సిఫైయి cepheid „  
 „ పురాణ classical „  
 „ సమూహ cluster „  
 వేగుచుక్క Morning star  
 వైకల్యము Perturbation  
 శీర్ష బిందువు Zenith  
 శ్వేతవాసునతారలు White  
 dwarfs  
 షడ్భాంతరము Opposition  
 సంధ్యాతార Evening star  
 సూర్యాంకములు Sun spots  
 సౌరకాలము Solar time  
 సౌరజ్వాలలు Prominences  
 స్తంభము Stationary  
 స్పందనసిద్ధాంతము Pulsation  
 • theory  
 హోరావృత్తము Hour circle

## సూచిత

అంకెలు పుటలను, స్ఫుటముగనున్న అంకెలు విషయము విశేషముగా చర్చింపబడిన పదునపుటలలో తొలిపుటలను సూచించును.

అంగుళ్యాకారపు నెబ్బులా 90, 306  
 అంతర్గ్రహములు 113, 115, 174  
 అతీచారము 102  
 అపాయనము 37, 39  
 అయనచలనము 54, 70  
 అరుంధతి 83, 250, 252  
 అర్సామేజర్ 80, 82, 85, 86  
 అర్సామైనర్ 80, 85  
 అశ్వని 79, 162  
 అక్షాంశము 15, 19  
 ఆంటారెస్ 92, 267, 272  
 ఆఫెర్నాక్ 100  
 అగష్టుఉల్కాపాతము 237  
 ఆర్క్ట్యూరస్ 91  
 ఆరిగా 80, 96, 97  
 ఆల్ఫాల్ 88, 285, 290  
 ఆల్టెయిర్ 89, 90, 251  
 ఆల్డిబెరాన్ 73, 94, 245, 250  
 ఆల్ఫా అర్సామైనోస్ 58, 59  
 ఆల్ఫా కేనిస్ మెజోస్ 73  
 ఆల్ఫాటాతై 73  
 ఆల్ఫాతైరె 73  
 ఆల్ఫాసెంటార్ 99  
 ఆల్మాక్ 87  
 ఆస్టిరాయిడులు 5, 108, 160, 192  
 ఉచ్చపాతము 167

ఉత్తరధ్రువమారము 67  
 ఉత్తరబిందువు 65  
 ఉత్సుటమల్కావాదము 172  
 ఉపగ్రహములు 3, 6, 106, 160  
 ఉల్కలు 3, 6, 106, 172, 232  
 ఉల్కాపాతము 231, 234  
 ఋజుగతి 102, 103  
 ఋతువులు 52  
 ఎక్స్‌రేయిస్ 58, 92, 94  
 ఎరిడేనస్ 100  
 ఏండ్రోమెడా 80, 87, 89, 92  
 ఏండ్రోమిడ్సు 237, 238  
 ఏక్విలా 80, 90  
 ఏరీజ్ 58, 92  
 ఒసియూఖస్ 80, 98, 280  
 ఒరయన్ 81, 94, 243  
 కటకాయనము 66  
 కాంతిసంవత్సరము 260  
 కాసియోపియా 80, 86, 89  
 కుజుడు 5, 108, 186  
 ,, ఉపగ్రహములు 192  
 ,, దీప్తి 187  
 ,, భౌతికలక్షణములు 188  
 కెనోపస్ 100, 118  
 కేతువు 167  
 కేఫెర్లా 88, 97



## సూచిక

చిప్చి 96, 202  
 కోకోనాబారియాలిస్ 92  
 కోదూ 226  
 కోదూచెర్రినై సెన్ 203  
 క్రాంతివృత్తము 52, 57, 65, 78  
 గాదాసిఫెయై 59  
 గురుడు 5, 108, 201  
 ,, ఉపగ్రహములు 205  
 ,, కక్ష్య 201  
 ,, దీప్తి 201  
 ,, పరిమాణము 201  
 ,, భౌతికలక్షణములు 202  
 గెలాక్సీ 3, 7, 300  
 గ్రహములు 3, 4, 7, 61, 101, 170,  
 గ్రహ కక్ష్యలు 108  
 ,, క్రాంతి 181  
 ,, చారము 101  
 ,, ద్రవ్యరాసులు 118  
 ,, పరిభ్రమణము 106  
 ,, పరిభ్రమణవేగము 117  
 ,, భౌతికపరిస్థితులు 116  
 ,, స్థానములు 111  
 గ్రహణములు 30, 167  
 ,, సూర్య 150, 168, 181  
 ,, చంద్ర 14, 30, 168  
 గ్రహనిర్మిత్తయతారలు 265  
 గ్రేట్ నెబ్యులాఇకావీంద్రోమిడా 88  
 గ్రేట్ నెబ్యులాఇకాబరయకా 95, 308  
 గ్రేట్ బేర్ 83  
 గ్రేటెస్టు ఈప్టర్కా ఈలాంగేషకా  
 116, 180

గ్రేటెస్టు నెప్ట్యూన్ ఈలాంగేషకా 116, 180  
 చంద్రుడు 6, 14, 61, 101, 160, 262  
 ,, కళలు 162  
 ,, కక్ష్య 160  
 ,, గ్రహములు 171  
 ,, భూమినుండి దూరము 161  
 ,, పరిభ్రమణము 161  
 ,, భ్రమణము 162  
 ,, భౌతికలక్షణములు 170  
 జెమినై 80, 96  
 జంట (యుగళ) తారలు 286  
 జ్యోతిషవంతులు 151  
 టారస్ 73, 94  
 టి. సిఫెయై 278  
 టెయిలరు నూను కేతువు 231, 234, 238  
 డెస్లెనేషకా 66, 67, 74  
 డెనబోలా 97  
 డెప్టెసిఫెయై 89, 274, 276  
 డెప్టో హెయ్యులస్ 287  
 డెల్ఫినస్ 80, 90  
 దేనబ్ 89, 90  
 డ్రేకో 59, 80, 86  
 తారాపుంజములు 286, 293  
 తులాదిబిందువు 55, 58, 66  
 తేజోఽపాయనము 34, 35  
 తోక చుక్కలు 3, 5, 106, 223  
 ప్రవనక్షత్రము, ఉత్తర 14, 58,  
 76, 77, 84, 250, 252, 277  
 నభోగోళము 54, 61  
 నభోమూర్తులు 2  
 నవంబరు ఉల్కాపాతము 238

నక్షత్రములు 3, 7, 21, 61, 239

- „ ఛాయాచిత్రపరిమాణము 257
- „ ద్రేపరుకెటలాగు 242
- „ తాపక్రమము 246
- „ దూరము 259
- „ దృశ్యపరిమాణము 251
- „ పరిమాణము 250
- „ పరిమాణమును కనుగొనుపద్ధతి

254

- „ యథార్థపరిమాణము 253
- „ రంగులు 239, 246
- „ రస్సెల్ చిత్రము 267
- „ వర్ణములు 267
- „ వర్ణమాలలు 239, 246
- „ వర్ణమాలావర్ణములు 242
- „ వర్ణమాలావర్ణీకరణము 239
- „ వర్ణసూచిక 257
- „ వ్యాసములు 265
- „ స్వీయచలనము 302, 303

నక్షత్రమేఘములు 295

- „ మేగిలా 296
- „ స్థానిక 296, 303

నక్షత్రరాసులు 71

- „ ఉత్తరమండల 75, 79, 80
- „ క్రాంతిచ్యుత్తమండల 75, 78, 80
- „ దక్షిణమండల 75, 78, 81
- „ నభోమధ్యరేఖామండల 75
- „ పరిధ్రువ 75

నూతనతారలు 274, 279

నెప్ట్యూన్ 5, 108, 219, 220

నెబ్యులాలు 3, 7, 304

- „ కాంతిహీనమైన 306
- „ గుర్రపుతలకాకారపు 307
- „ గెలాక్టిక 304
- „ గ్రహాకార 304
- „ బహిర్గెలాక్టిక 277, 304, 308
- „ విక్షిప్త 304, 307
- „ సర్పిలాకార 310

న్యూటేషన్ 59

పాతములు 167, 181

పాదబిందువు 63

పాదస్థము 115, 165

పిల్లలకోడి 94

పిసీజ్ 58, 92, 93, 94

పెగాసస్ 80, 87, 92

పెర్సియస్ 80, 88, 89

పెర్సెయిడ్స్ 237

పెల్లిస్ 196, 198

పేర్ సెక్ 260

పోలగ్స్ 96, 250

ప్రధానశ్రేణితారలు 270, 273

ప్రెసెపె 97

ప్రోక్సిమా సెంటావీ 99, 121, 259, 260

ప్రోసియా 95, 96, 244

ప్లీయడీస్ 94, 293, 294

ప్లూటో 5, 108, 109, 112, 160, 220

ఫాన్ మేనన్స్ నక్షత్రము 74, 266, 271

ఫోమల్ హాట్ 100

ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు 134, 145,

146, 158, 241, 289, 290



• చి క

ప్లోక్యలి 132, 149, 150

బహుళతారలు 286, 292

బార్నాడ్డునక్షత్రము 74

బీటల్ గాజ్ 95, 267, 272, 279

బిగ్ డిప్పర్ 83

బీటాఒరయానిస్ 73, 95

బుధుడు 4, 108, 109, 174

„ కళలు 176

„ క్రాంతి 182

„ భౌతికలక్షణములు 183

„ భ్రమణము 185

బూటెస్ 80, 91

బృహత్తారలు 270, 272

బేలాధూమకేతువు 231, 234

బోడేనియము 112

ధూమి 5, 11, 108, 186

„ ఆకారము 11

„ ఆకర్షణబలము 46

„ ఉచ్చస్థానము 43

కక్ష్య 40, 48

కవ్యరాశి 49

ప్రానము 43

మణము 31

మణకారణము 46

మణవేగము 43

మము 19, 21

మవేగము 29

గత 18

46

66

మహాబృహత్తారలు 270

మేసాదిబిందువు 55, 58, 66

యామ్యోత్తరవృత్తిము 65

యుతి 113

యరేనస్ 5, 108, 193, 212, 220

యోగము 113, 165

„ అంతర (న్యూన) 114, 115, 179

„ బాహ్య 114

రాహువు 167

రగెల్ 73, 95

రెగ్యులస్ 97, 250

రేడియంట్ 235

రైట్ ఎసెక్షన్ 66, 68, 74

లంబనము 34, 38, 39, 261, 262, 263

లియోనిడ్సు 237, 238

లియో 80, 97

లైరా 59, 80, 89

లైరిడ్సు 237

షక్రగతి 102

విషువత్తులు 55, 58, 66

విస్ఫులింగములు 144

వృద్ధిక్షయతారలు 273

„ ఆవర్తి 274

„ ఆవర్తిరహిత 274

„ క్రమరహిత 274, 279

„ గ్రాహి 274, 285

„ తారాపుంజ 275

„ దీర్ఘవ్యవధి 274, 278

„ పురాణ 276

„ సిఫియై 274, 295, 296, 303



వేగా 59 73, 89, 243

వేగుచుక్క 4, 179

శని 5, 108, 207

,, ఉపగ్రహములు 211

,, మండలి 207

,, భౌతిక లక్షణములు 212

శీర్ష బిందువు 63

శుక్రము 4, 108, 174, 176

శ్వేతవామనతారలు 270, 271

షడ్భాంతరము 115, 165, 186

సంధ్యాతార 179

సగిట్ట 80, 90, 91

సప్తమిమండలము 82, 250

సిఫియస్ 59, 80, 88, 89

సిరియస్ 73, 95, 96, 243, 250,

259, 260

సీక్రిస్ 196, 198

సూపర్ నోవా 284

సూర్యకుటుంబము 7, 119

సూర్యశక్తి 128

సూర్యాంకములు 132, 134, 151,

156, 157

సూర్యుడు 14, 47, 53, 61, 101,

106, 121, 241, 244, 254, 255,

300, 302

,, గర్భము 125

,, దీప్త్యావరణము 125, 126, 132

,, దృశ్యసంచలనములు 156

,, ద్రవ్యము 122

,, నిర్మాణము 125

,, పరిభ్రమణము 159

,, పరివర్తక స్థరము 125, 134, 146

,, భ్రమణము 157

,, మకుటము 125, 150

,, వణ్ణావరణము 125, 147

సెంటూరస్ 81, 93

పైగ్నస్ 59, 80, 90

సౌరజ్వాలలు 154

స్కార్పియస్ 80, 92

స్తంభము 102

వైకా 98

హయాడిస్ 94, 293, 294

హెక్ట్యులస్ 59, 80, 86, 9

హోరావృత్తము 69





మనసు ఫౌండేషన్ పుస్తకాల పరిశీలనావర్తిక

పుస్తకం సంఖ్య	TPLA118B196
పుస్తకం పేరు	విమర్శి
తారీఖు	28/10/24
ముందు అర్హు	Yes
వెనుక అర్హు	No
మొత్తం పేజీలు	371
పెద్ద పైకా పేజీలు	No
ఖాళీ పేజీలు	17
లేని పేజీలు	No
తయారు చేసినవది	SOLMYA
పేజీలు విడదీసినవది	SOLMYA
ప్లాన్ చేసినవది	Prathyusha
పరీక్ష చేసినవది	PRATHYUSHA
పేజీలు సరిచూసినవది	
లైండింగు చేసినవది	
ప్యాకింగు చేసినవది	
పరిస్థితి	good